Astr. U.
182
r

Digitized by Google

Uranos.

Populäre

Vorlesungen über Sternkunde,

zur

Begründung einer mit der Erfahrung und den Beobachtungen stimmenden Anschauung des Weltalls und Scheidung der Dichtung von der Wahrheit.

Vor einem Kreise hochstehender Personen während des Septembers 1855 in London gehalten

von

Dr. Carl Schöpffer.

Leipzig 1856.
Verlag der R. Hennings'schen Buchhandlung.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Dieſe Vorleſungen ſind vor einem kleinen Kreiſe von Vorurtheilen freier Männer und Frauen gehalten, und wir wünſchen ihnen jetzt, da wir ſie dem Druck übergeben, Leſer von gleicher Eigenſchaft.

Uebrigens hat wohl der Verfaſſer von keiner Seite her ferner jenen Spott zu erwarten, welcher ihn empfing, als er vor drei Jahren zum erſten Male mit ſeinen Zweifeln an den heutigen aſtronomiſchen Anſchauungen auftrat.

Hat doch ſeitdem ſelbſt der Illuſtrirte Kalender anerkannt, daß nur die mit der Wiſſenſchaft und deren Lücken Unbekannten ſich über mein Auftreten gewundert hätten.

Noch ehrenvoller war es für mich, daß mich der berühmte Gauß, als ich ihm meine unter dem Titel „der Schein der Wahrheit“ in den erſten Tagen des Jahres 1855 in Braunſchweig erſchienene Schrift überreichte, dringend aufforderte, in der betretenen Bahn muthig fortzuwandeln.

„Wollte Gott, ich wäre 20 Jahre jünger,“ ſagte er zu mir, „und ich wollte Ihr treuer Mitarbeiter werden; ich geſtehe Ihnen, was ich bisher noch immer verſchwieg, daß jede neue Entdeckung in der Aſtronomie mich mit einem Zweifel an dem herrſchenden Syſtem erfüllte.“

Möchten doch andere Aſtronomen eben ſo ehrlich ſein, damit endlich die Lüge von dem Throne gehoben werde, welchen ſie zur Schande unſrer Zeit ſchon zu lange inne hatte.

Digitized by Google

Was aber die Einrichtung der vorliegenden Vorlesungen betrifft, so habe ich das Ganze in eine Geschichte der Astronomie eingekleidet. Es ist mein Streben gewesen, Wahrheit und Dichtung strenge zu scheiden, nur das Begründete und aus den neuesten Erfahrungen unwiderleglich Hervorgehende vorzutragen, und mich in allgemein verständlicher Weise auszudrücken. Dabei habe ich jedoch, um den Umfang nicht zu sehr zu erweitern, Alles übergangen, was Jedem, der auch nur eine Bürgerschule besuchte, bekannt ist.

Mögen diese Vorlesungen recht viele Freunde finden und zur Berichtigung der Ansichten vom Weltall Einiges beitragen.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Erste Vorlesung.

Früheste Geschichte der Astronomie.

Wohin wir in der Natur blicken, da bietet sich uns Stoff zur Bewunderung, und je sorgfältiger wir die Gegenstände betrachten, desto mehr erkennen wir die allmächtige Hand, von der sie bereitet und geordnet sind. Selbst da, wo das bloße Auge nichts mehr zu unterscheiden vermag, entdeckt das bewaffnete Auge zahlreiche Geschöpfe, die einen regelmäßigen Gliederbau zeigen, mit Werkzeugen zur Erhaltung versehen sind und sich nach Willkür hin- und herbewegen. Da wird unserm Blick der Wassertropfen zu einer Welt, die mit belebten Wesen erfüllt ist, welche demselben Schöpfer ihr Dasein verdanken, der auch uns in das Leben rief, der den Erdkreis bildete und die zahllosen Sterne schuf. Und diese letztern, „die himmlischen Heerschaaren", sind es eben, die am lautesten ihren Herrn und Schöpfer preisen, deren über das dunkele Himmelsgewölbe gesäete Pracht mit unbegreiflichster Macht unser Gemüth erhebt und anzieht, so daß die poesiebegabte Kindheit des Menschengeschlechts innigere und genauere Beziehungen zwischen den Gestirnen und der Menschheit anzunehmen sich bewogen fand, als wir in unserm Zeitalter der kalten Vernunft noch gelten lassen mögen.

Gerade zu der Zeit, wenn die Sonne unsern Gesichtskreis verlassen und das Dunkel der Nacht unsern Augen die Schönheiten der Erde entzogen hat, breitet der Himmel seine größte Pracht über und um uns aus. Zahllose Sterne, von deren Dasein uns der Tag nichts ahnen ließ, kommen zum Vorschein; ihr sanftes Licht, das gegen die uns umgebende Dunkelheit stark absticht, ohne das Auge zu blenden, fesselt unsern Blick; wohin wir nur das Auge wenden, da strahlen uns andere und wieder andere Gestirne entgegen. Wir sehen, daß auch der weite, noch von keinem Menschen gemessene Raum, daß auch jener nur mit Blicken der Sehnsucht von uns durchschaute, endlose und dem schwachen Sterblichen

Digitized by Google

unlösliche Räthsel bergende Raum wenigstens nicht todt ist, denn es füllen ihn ja leuchtende Körper, und wo Licht, da muß auch Leben sein. Wir sehen, daß auch dort, wie überall in der Natur, die größte Mannigfaltigkeit herrsche, sowohl in der Anordnung der Gestirne, wie in deren Größe, sowohl in der Kraft, wie in der Farbe ihres Lichts. Wir sehen und sehnen uns hinauf in jene lichten Räume, denn dort ist nach aller Völker Ansichten der ewigen Gottheit Thron — und die religiösen Wonnen, von denen wir uns ergriffen fühlen, werden durch der Nacht feierliche Stille noch verstärkt.

Aber gleich wie wir, so mußten auch wohl schon die ersten Menschen von des Nachthimmels Pracht gefesselt werden. Gewiß früh schon erkannte man auch, daß jene himmlischen Lichter mit einer Genauigkeit, von der kein zweites Beispiel dem Menschen bekannt ist, im Osten sich erhöben und über uns hinwegzögen, um dann im fernen Westen wieder niederzusinken. Die dringende Nothwendigkeit, in welche sich bereits die frühesten Bewohner der Erde versetzt sahen, zu einer dauerhaften Einrichtung des gemeinschaftlichen Lebens und zur Besorgung der allgemeinen Angelegenheiten auf bequeme Mittel zu denken, wie die Zeit richtig abzumessen sei, belehrte sie, sich hierzu des pünktlichen und regelmäßigen Laufs der Gestirne zu bedienen, deren Zweck es ja auch nach der mosaischen Urkunde ist, den Menschen „Zeichen und Zeiten“ zu geben. Die tägliche Umwälzung des Himmels von Morgen gegen Abend wurde nun zur Bestimmung der Dauer eines Tages erwählt. Den Mond fand man sehr bequem, um durch den Anblick seiner verschiedenen Lichtgestalten die zerstreueten Familien der ersten Welt an gewisse gottesdienstliche Versammlungen zu erinnern, wie denn schon von den Erzvätern die Feier der Neumonde eingesetzt wurde. Zugleich mußte der tropische Umlauf des Mondes am Himmel eine der ersten Zeiteintheilungen, die der Monate und Viertelsmonate (Wochen) abgeben, daher auch bei allen Völkern, selbst bei den amerikanischen Peruanern und Mejicanern die siebentägige Woche wieder gefunden ward. Endlich wurde der mehr als zwölf Mal längere Umlauf der Sonne durch den ganzen Thierkreis zur Bestimmung einer neuen, noch größern Länge, der des Jahres, verwandt. Aber auch diese Eintheilung war eine schon sehr frühe, und die mosaische Urkunde bestimmt bereits das Leben der vorsündfluthlichen Erzväter nach Jahren, Monden und Tagen.

Digitized by Google

In unſern Zeiten iſt Beobachtung des geſtirnten Himmels Behufs der Eintheilung der Zeit nicht mehr allgemeine Nothwendigkeit, denn Alles, was zu unſrer natürlichen, politiſchen und kirchlichen Zeitrechnung gehört, finden wir bequem im Kalender, den die Aſtronomen für uns zum Voraus berechnet haben. Anders war es in jenen Zeiten, als es noch keine Kalender gab, und die ältern Völker mußten daher ſchon nothgedrungen, gleich wie noch jetzt die Söhne der Wildniß und die unſtäten Bewohner ausgedehnter Steppen, dem Himmel und ſeinen Erſcheinungen mehr Aufmerkſamkeit leihen, als die Bevölkerung unſerer Städte. Jenen waren und ſind die Sterne zugleich Uhr, Wegweiſer, Kompaß, Barometer und Kalender, während aus den engen Straßen unſerer Städte ſich nur ſelten der Blick zu dem Stückchen Sternenzelt verirrt, das unverbaut geblieben iſt. Daher verdanken wir auch ſchon den älteſten Völkern eine Menge der wichtigſten Beobachtungen hinſichtlich der Sternkunde, und würden denſelben gewiß noch mehr danken, wären von ihnen mehr Aufzeichnungen gemacht oder von den wirklich gemachten mehre auf uns gekommen. Auch ſind die größten Forſcher und tiefſten Denker ſtets zu der Anſicht gelangt, daß die Völker der alten Welt bereits eine gediegenere Kenntniß der Aſtronomie beſaßen, als wir, die wir uns gewöhnt haben, uns allein auf dem höchſten Standpunkte in allen Künſten und Wiſſenſchaften zu erblicken, ihnen zugeſtehen möchten. So ſagt z. B. der gefeierte Johannes v. Müller in ſeiner Allgemeinen Geſchichte (Stuttgart und Tübingen 1831, Thl. I., S. 24): „Es iſt auffallend, daß von Gott, von der Welt, von der Unſterblichkeit, ja von der Bewegung der Geſtirne die älteſten, in andern Dingen uncultivirten Völker ganz wahre Vorſtellungen und Kenntniſſe hatten, indeß die Künſte, welche zu den Bequemlichkeiten des Lebens gehören, viel jünger ſind. In den höchſten Sachen dachten die älteſten Menſchen richtiger, in Lebensgeſchäften waren ſie Kinder ꝛc.“ Ferner Schubert in ſeinen Anſichten von der Nachtſeite der Naturwiſſenſchaften (2. Vorleſung): „Die Geſchichte der Aſtronomie reicht gerade ſo weit hinan, wie die uns bekannte Geſchichte unſers Geſchlechts ſelbſt. Ja, was noch mehr iſt, die uns übrig gebliebenen Arbeiten der Aſtronomie jener fernen Jahrtauſende laſſen mit Sicherheit auf eine Vollendung derſelben ſchließen, die in gewiſſer Hinſicht die der jetzigen Aſtronomie wo nicht übertraf, ſo doch mit ihr wetteifern konnte. Gewiſſe Kenntniſſe, welche nicht minder mehren Völkern gemeinſchaft-

Digitized by Google

lich waren, beweisen, daß man sich in der ältesten Zeit schon der Teleskope bediente. Daß die Astronomie im engern Sinne und zwar in einer Vollendung dagewesen, wie sie dieselbe bei uns nach einigen Seiten hin kaum jetzt erreichte, und das höchste Lebenswerk des damaligen Menschengeschlechts gewesen, blickt deutlich aus der Culturgeschichte des frühesten Alterthums hervor.“ Selbst v. Humboldt spricht in seinem Kosmos sehr anerkennend über die Vertrautheit der Chinesen mit der Astronomie in sehr früher Zeit, ihre Beobachtungen der Kometenbahnen und Sternschnuppen.

Manche neuere Astronomen haben, um die angeblichen und vermeinten Entdeckungen der neueren Zeit in ein desto glänzenderes Licht zu stellen, die astronomischen Kenntnisse der Alten herabzusetzen versucht. So sagt Mädler im 12. Abschnitt seiner „populären Astronomie“, § 244, man finde, wenn man mit unbefangenem Auge das prüfe, was die alten Völker nach den wahrscheinlichen und sicheren Nachrichten gewußt hätten, nur Cyklen, das heißt Perioden, in denen bestimmte Himmelserscheinungen wiederkehren. Es bedürfe dazu weder einer Theorie, noch künstlicher Werkzeuge, und man erlange dadurch keinen Beweis eines Eindringens in die wahren innern Verhältnisse. Nirgend treffe man im Alterthum die Spur eines Copernicus, Kepler oder Newton, nirgend einen nur einigermaßen geglückten Versuch, die hinter den Erscheinungen verborgenen Kräfte zu erforschen, nirgend eine Ahnung des Vorhandenseins derjenigen Objecte, die jeder, der ein Fernrohr nach dem Himmel richte, erblicken müsse, der Sonnenflecken, der Jupiterstrabanten, der teleskopischen Sterne ꝛc.“

Mädler hat sich von seinem Eifer offenbar zu weit hinreißen lassen. Auch in unsrer heutigen Astronomie sind die Cyklen das einzige Positive, das einzige mit Genauigkeit bestimmte, und obendrein hätten wir diese Genauigkeit gar nicht erlangen können, wenn es uns nicht verstattet gewesen wäre, die Beobachtungen der Alten zu benutzen, denn jede Bestimmung eines Cyclus setzt, wenn man die Ueberzeugung der Genauigkeit haben will, ein wenigstens zweimaliges Verlaufen desselben voraus. Was die Theorieen betrifft, so bildete man dergleichen auch im Alterthum schon, und selbst die berühmte Copernicanische Theorie wurde bereits Jahrhunderte vor Christus aufgestellt, aber wieder fallen gelassen, weil man sich von deren Richtigkeit nicht überzeugte. Ueberhaupt ist in allen naturwissenschaftlichen Dingen Beobachtung und Erfahrung das Einzige,

Digitized by Google

worauf wir fußen können; jede Theorie trübt den Blick und wird zu einem Hemmschuh. Copernicus, Kepler und Newton haben Theorien angegeben, nach denen man die himmlischen Erscheinungen deuten, d. h. ihre Ursachen angeben will, allein abgesehen davon, daß ihre Theorieen gar nicht so bewiesen sind, wie man oft meint, sogar Vieles gegen sich haben, ist auch durch dieselben in der eigentlichen Astronomie nichts gefördert. Man gelangt durch alle ihre Theorieen nicht dahin, auch nur eine himmlische Erscheinung richtiger vorherzusagen, vielmehr widerspricht die Erfahrung stets ihren Theorieen. Selbst was die Fernröhre betrifft, so haben sie keineswegs so viel geleistet, wie man aus Mädlers Bemerkungen schließen sollte. Sie haben die Zahl der Sterne erweitert — aber das Wesen derselben ist uns dennoch unbekannt geblieben; sie haben uns mit den Sonnenflecken bekannter gemacht, aber über deren Natur hat man nur Muthmaßungen, so wie selbst die aus ihnen gefolgerte Rotation des Sonnenkörpers eine unbegründete Annahme ist, wie wir später zeigen werden. Genug also, daß die Alten das kannten und wußten, was das einzige Positive in der Astronomie ist, daß sie „die Zeichen und Zeiten“ aus den Gestirnen abzulesen verstanden und dabei gewiß keine geringe Genauigkeit entfalteten. Wurde doch im alten China die Strenge sogar so weit getrieben, daß man die Astronomen hinrichtete, wenn sie eine eintretende Finsterniß nicht vorher verkündigt hatten!

In einen entgegengesetzten Fehler verfielen die, welche dem Alterthume die Kenntniß von Allem, was die Neuheit erfand und ersann, beilegten, welche, wie Bailly in seiner histoire de l'astronomie ancienne sogar ein altes Culturvolk annahmen, von welchem die astronomischen Kenntnisse auf die uns bekannten ältern Völker übergegangen seien, das mit seinen Teleskopen die Trabanten Jupiters und Saturns, die Berge und Thäler des Mondes gesehen habe ꝛc. Aber so ist einmal die Menschheit! Weit entfernt, sich mit der nüchternen Wahrheit oder auch nur Wahrscheinlichkeit zu begnügen, schwelgt sie in Extremen und irrt berauscht in fabelhaften Regionen umher.

Unter den Völkern, denen man die ältesten astronomischen Kenntnisse zuschreibt, stehen die Chaldäer oben an. Sie bewohnten die weiten Ebenen von Sinear um Babylon und fanden durch den klaren Himmel eine große Erleichterung bei ihren Beobachtungen. Der große chaldäische Saros, ein Cyclus von 600 Jahren, welchem

Digitized by Google

7421 Mondsumläufe bis auf 1 Tag etwa gleichkommen, ist ein Beweis des hohen Alters ihrer Sternkunde, denn die Wahrnehmung dieses Cyclus setzt eine mindestens 1200 Jahre fortgeführte Beobachtung voraus. Wenn also auch ihre, von Ptolemäus uns. aufbewahrten Beobachtungen nicht über das 8. Jahrhundert v. Chr. hinaufreichen, so dürfen wir doch schließen, daß die Sternkunde bei ihnen beträchtlich älter gewesen sei [1]).

Gewiß ist es, daß die Chaldäer die mittlern Bewegungen des Mondes mit einer Genauigkeit kannten, welche später die griechischen Astronomen veranlaßte, sich der chaldäischen Beobachtungen zur Begründung ihrer Mondstheorie zu bedienen. Auch ihre Planetenbeobachtungen, zu denen sie eine uralte Liebe zur Astrologie anregte, scheinen sie zur wirklichen Construction astronomischer Tafeln benutzt zu haben (Humboldt, Kosmos, Bd. II, S. 196). So wurde es auch dem Kallisthenes möglich, weil zu seiner Zeit die geschlossene babylonische Priesterkaste, die zur ägyptischen in vielfacher Beziehung stand, sich schon aufgelöst hatte, und eine große Zahl astronomischer Schulen entstanden war, Sternbeobachtungen aus einer langen Reihe von Jahren (Porphyrius sagt: für eine Periode von 1903 Jahren vor Alexanders Einzug in Babylon) nach Griechenland zu senden. (Schöpffer, Erklärung der mosaischen Schöpfungsurkunde, S. 6.)

Wie weit die Hindu in alten Zeiten in der Astronomie waren, können wir aus ihren jetzigen Kenntnissen in derselben schließen, da sie bekanntlich seit ein Paar Jahrtausenden nicht vor- sondern nur zurückgeschritten sind. Arya Bhattas lehrte wohl 1500 Jahre vor Copernicus die Umdrehung der Erde um ihre Axe, doch wurde seine Lehre nicht angenommen. Das tropische Jahr rechnen die Hindu zu 365 T., 5 St., 50 M., 54 Sec., was nur um 2 Minuten von den Annahmen unsrer Astronomen differirt. Ihr Jahr hat 12 Monate, die Woche 7 Tage, der Tag 60 Theile, 1 Theil

[1]) Nach Gesenius Jes. II, S. 332 ff. war die Religion der Chaldäer Astrolatrie oder Anbetung der Gestirne; die Planeten Jupiter, Merkur und Venus wurden als Bel, Nebo und Meni verehrt, außerdem wohl Saturn und Mars. Vgl. Plutarch de Isid. 48. Astrologie stand mit diesem Cultus in Verbindung, s. Diod. Sic. II, 30. Clem. Alex. Strom. VI. p. 291. Macrob. Sat I, 19, p. 91 Bip. s. Die astronomischen Beobachtungen, welche den chaldäischen Namen berühmt gemacht haben (Plin. XVIII, 57. 66. Strabo XVI, 739), wurden dadurch nicht wenig gefördert (Philo II, 602).

Digitized by Google

24 Minuten. Die Finsternisse berechnen sie mit großer Fertigkeit nach uralten Sonnen- und Mondstafeln, die auf Palmblätter geschrieben sind. (S. Klähn in Ersch und Grubers Encykl. Sect. II, Th. VIII, S. 498.)

Wir wenden uns jetzt zu dem merkwürdigsten der alten Völker — zu den Aegyptern. Schon Winer (Bibl. Reallexicon Th. I, S. 31.) nennt Aegypten „ein bereits im hohen Alterthume berühmtes und auf eine noch immer räthselhafte Weise in die Culturgeschichte der Menschheit verflochtenes Land.“ Ueberhaupt überzeugen wir uns, je weiter wir selbst im Wissen vorwärts dringen, und je mehr wir dadurch befähigt werden, das Wissen der Alten zu beurtheilen, auch um so mehr, daß, wie vielen ältern Völkern, so auch den Aegyptern Kenntnisse gemein waren, über die wir staunen müssen. Daß sie sich auch mit der Astronomie sehr früh beschäftigt haben, ist eine anerkannte Thatsache, allein ob sie die Lehrer oder Schüler der Chaldäer waren, ob Abraham, wie ein neuerer Gelehrter zu beweisen versucht hat, ihr Lehrer in der Astronomie war, das ist nicht mehr auszumachen. Aus einer Sage der Aegypter, daß Belus eine Colonie aus Aegypten nach Asien geführt, die sich am Euphrat niedergelassen und nach Art der Aegypter Priester gehabt hätte, welche von den öffentlichen Abgaben befreit gewesen wären, könnte man schließen, daß die Astronomie, wie auch die vorzugsweise von den Chaldäern betriebene Astrologie, Erfindungen der Aegypter gewesen seien, wie denn auch wirklich bei diesen die Thebäer sich die Erfindung der genannten Wissenschaften zueigneten. Dagegen stimmen die meisten Zeugnisse der Alten dafür, daß die astronomischen Kenntnisse von den Chaldäern zu den andern Völkern des Alterthums gekommen seien, und Ptolomäus erwähnt zweier von den Chaldäern etwa 700 v. Chr. beobachteten Mondfinsternisse, während er den astronomischen Kenntnissen der Aegypter wenig Gewicht beilegt [1]).

Nach Diogenes Laertius behaupteten die Aegypter, daß von der Zeit Vulkans bis auf Alexander den Großen 48,853 Jahre verflossen und während dieser Zeit von ihnen 373 Sonnen- und 832 Mondfinsternisse beobachtet worden wären. Diese Zahlen geben

[1]) Dagegen erzählen Strabo VIII, 787 und Diod. Sic. I, 73, „daß sich die Aegypter vorzugsweise mit Naturkunde und Mathematik beschäftigten.“

Digitized by Google

auch ziemlich das richtige Verhältniß zwischen den Sonnen- und Mondfinsternissen an, allein der Bericht ist dennoch augenscheinlich fabelhaft und entstanden aus dem Streben der Völker, sich ein möglichst hohes Alterthum beizulegen. Es bedurfte daher nicht erst, daß Montucla und Bossut nachwiesen, es habe sich die genannte Zahl von Finsternissen in dem kurzen Zeitraume von 12 bis 13 Jahrhunderten ereignen können. So hat man auch gefehlt, wenn man aus den Thierkreisen und andern sinnbildlichen, auf die Astronomie bezüglichen Darstellungen, welche aus dem ägyptischen Alterthume uns überkommen sind, auf eine 12- bis 16,000jährige Dauer der Sternkunde in jenem Lande hat schließen wollen. Am berühmtesten ist in dieser Beziehung der Thierkreis von Denderah geworden, den man mit großen Kosten aus den innern Wänden des alten Tempels, auf denen er sich befand, abgelöst und nach Frankreich gebracht hat. Hier erscheint nämlich der Steinbock als dasjenige Gestirn, in welchem die Sonne am *höchsten* steht, während es jetzt nur wenig von dem Orte, wo die Sonne ihren tiefsten Stand hat, gefunden wird Auch durch die Benennung *Steinbock* konnte man auf einen hohen Stand der Sonne gedeutet haben, da dieses Thier die Höhen liebt. Allein zugegeben, daß man bei der Benennung der Sternbilder solche Rücksichten genommen, woher weiß man, daß die Alten das Sternbild, in welchem die Sonne wirklich stand — und welches ja dann gar nicht sichtbar war, weil am Tage über dem Horizont befindlich — und nicht vielmehr das, welches zur Zeit eines gewissen Sonnenstandes am Besten sichtbar war — nämlich die ganze Nacht hindurch — bezeichneten. Nehmen wir das Letztere an, so verliert sofort der erwähnte Thierkreis sein fabelhaftes Alter und reicht etwa in die Zeit Alexanders des Makedoniers, kann also nichts für das Alter der ägyptischen Sternkunde beweisen, die anerkannt weit über Alexander zurückreicht.

Sicherer ist eine andere Methode, aus astronomischen Kenntnissen auf das Alter der Beobachtungen zu schließen. Die Himmelskörper haben nämlich keine stets unter sich übereinstimmenden Umlaufszeiten, aber es sind diese Ungleichheiten an Perioden von bestimmter Länge geknüpft. Kannte nun ein Volk des Alterthums irgend eine solche Periode, so darf man schließen, daß es wenigstens so viele Jahre, wie diese Periode umfaßt, den Himmel beobachtet und die Beobachtungen genau aufgezeichnet habe. Nun kannten aber die Aegypter die Sothis- oder Hundsstern- (Sirius-) Pe-

Digitized by Google

riode, welche 1460 Jahre umfaßt, und an deren Ende die Jahreszeiten und Festtage ihres 365 Tage zählenden bürgerlichen Jahres wieder zu denselben Tagen zurückkehrten. Hieraus ließe sich schließen, daß sie mindestens 2000 Jahre vor Christus schon Sternkunde betrieben, aber Gewißheit erhalten wir auch dadurch noch immer nicht, denn es konnte auch vor Ablauf der Periode deren Umfang durch Rechnung gefunden werden, so wie man z. B. das große platonische Jahr (von 25,000 Jahren), das heißt: die Zeit, in welcher die Weltpole ihre Kreise um die Pole der Ekliptik vollenden, durch Rechnung kennen lernte.

Nach Macrobius betrachteten schon die ältern Aegypter Merkur und Venus als Trabanten der Sonne, und nach Diodor waren sie mit den Stationen und Rückläufigkeiten der Planeten bekannt. Konon, der Freund des Archimedes, sammelte verschiedene ägyptische Beobachtungen von Sonnenfinsternissen, und Brewster hält es für sehr wahrscheinlich, daß sich die Aegypter bei ihren astronomischen Berechnungen ähnlicher Formeln und Tabellen bedienten, wie die, nach denen die Indier und Chinesen die Erscheinungen am Himmel berechnen.

Besonders auffallend sind die fleißigen Merkur-Beobachtungen der Aegypter, welche wegen der Nähe dieses Planeten bei der Sonne sehr schwierig sind und nur der neuesten Zeit durch Vervollkommnung der Fernröhre wieder möglich wurden. Daher sagt v. Humboldt (Kosmos Bd. III. S. 490): „Wenn man sich erinnert, wie viel seit den frühesten Zeiten die Aegypter sich mit dem Merkur (Seth — Horus) und die Indier sich mit ihrem Buddha beschäftigt haben; wie unter dem heitern Himmel von Westarabien der Sterndienst in dem Stamm der Aseditен ausschließlich auf den Merkur gerichtet war; ja, wie Ptolemäus im 9. Buch des Almagest 14 Beobachtungen dieses Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor unsrer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweise den Chaldäern angehören; so ist man allerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das 70. Jahr erreichte, sich auf seinem Sterbebette beklagte, diesen Stern nie gesehen zu haben. Und doch bezeichneten die Griechen diesen Planet mit Recht wegen seines bisweilen so intensiven Lichts mit dem Namen des *stark funkelnden.*“

Wie es scheint, hatte auch Thales die Berechnung der Sonnenfinsternisse nur von den Aegyptern erlernt, und Pythagoras mag

Digitized by Google

seine astronomischen Kenntnisse ebenfalls nur von ihnen entlehnt haben. Diogenes Laertius versichert, daß sie der Erde eine sphärische Gestalt beilegten und die Verfinsterungen des Mondes dadurch erklärten, daß derselbe in den Schatten der Erde träte. Außerdem wissen wir, daß sie den Mond für eine ätherische Erde, die Fixsterne für Lichtansammlungen hielten; daß Sonnen- und Wasseruhren ihnen nicht fremd waren und auch der Quadrant von ihnen schon benutzt wurde.

So Wenig und Ungenügendes es also auch sein mag, was wir von den astronomischen Kenntnissen der alten Aegypter wissen, so genügt es doch schon, uns einverstanden mit Petrus Ramus zu erklären, der einst gegen Tycho de Brahe aussprach, daß die Aegypter „eine hohe, durch keine Hypothesen verwirrte und verwickelte Kenntniß der Astronomie gehabt haben möchten“ und daher Tycho bat, eine Darstellung der Bewegungen am Himmel mit Aufgebung aller Hypothesen zu versuchen. Allein Tycho war leider zu befangen und wies, wie Gassendi (Vita Tychonis Brahei, Hagae 1655, p. 15) berichtet, des Ramus Ansinnen zurück, indem er sagte, es überschreite die menschlichen Kräfte, die Bewegungen der Gestirne ohne Hypothesen fassen zu wollen.

Es ist jetzt Zeit, daß wir auch noch Einiges über die astronomischen Kenntnisse der alten Hebräer sagen. Man hat sich wohl mit Unrecht zu verächtliche Begriffe von der Sternkunde der alten Israeliten gebildet. So sagte Winer (Bibl. Realwörterb. II. S. 609): „Nur sehr wenig war es, was die alten Israeliten dem Zeugniß der Bibel zufolge von dem gestirnten Himmel wußten; von wissenschaftlicher Astronomie findet sich keine Spur, Alles stützte sich bloß auf die gemeinen Beobachtungen, welche der Landmann und Hirte (vgl. Amos 5, 8) jenes Himmelsstriches, durch sein Geschäft angeregt, besonders auf waldlosen Triften und Steppen zu machen pflegte.“ War es wenig, so war es doch Begründetes und gerade so viel, wie wir wissen, denn das, was wir mehr zu wissen glauben, das, was man so gern mit Stolz als wissenschaftliche Astronomie bezeichnet, ist doch am Ende nicht mehr als — Hypothese oder vielmehr ein luftiges Gebäude von Hypothesen auf Hypothesen. Schon die frühesten Patriarchen mag die Pracht des Sternenhimmels angezogen haben (vgl. Genesis 37, 9) und die frühere Form von Abrahams Namen — Abram — wird von Eusebius (Praep. evang. 11, 6. p. 518) auf die astronomischen

Digitized by Google

Beschäftigungen dieses Patriarchen gedeutet. So theilt uns ebenderselbe Eusebius (IX, 17) mit, daß Eupolemus den Abraham als Erfinder der Astrologie und der Himmelskunde genannt habe. Nachdem Abraham seinen Wohnsitz nach Kanaan verlegt, seien auch die Phönizier von ihm in der Himmelskunde unterrichtet (Nikolaus von Damaskus bei Joseph. Ant. I, 7 und Euseb. IX, 16), und endlich habe er während seines zwanzigjährigen Aufenthalts in Aegypten die Priester dieses Landes die Astrologie gelehrt (Artapanus bei Euseb. IX, 18. Vgl. Gentlemans Magaz. and hist. review, Aug. 1854, p. 120 cet.). Danach wäre also die Astronomie ein Ureigenthum des jüdischen Stammes gewesen. Wollte man aber auch auf die angeführten Zeugnisse nichts geben, so würde man doch folgern dürfen, daß sie wenigstens die Kenntnisse der Aegypter besessen, denn Moses war ja in der Weisheit der ägyptischen Priester erzogen, war ausgebildet von dem midianitischen Priesterfürsten Jethro (vgl. über dens. Göthe im westöstl. Diwan, S. 163) und nach dem ausdrücklichen Zeugniß des Neuen Testaments (Apostelg. 7, 22) „gelehrt in aller Weisheit der Aegypter.“ Die Unterscheidung einzelner Sterne und Sternbilder tritt uns besonders Hiob 9, 9. 38, 31. 32. Jes. 13, 10 Amos 5, 8 entgegen.

Im Buche Hiob werden uns Orion und der Wagen (große Bär) genannt, und es wird selbst von Mädler zugestanden, daß die Sternbilder, wenigstens die wichtigsten und augenfälligsten unter ihnen, einen sehr alten Ursprung haben müssen. Ueberall, wo man Sternkunde trieb, scheint das Bedürfniß, die Sterne in Gruppen zusammenzufassen, empfunden zu sein, und so treffen wir auch bei den Chinesen, von denen wir später mehr erzählen werden, ebenfalls auf Sternbilder, die freilich sehr verschieden von den unsrigen und nicht über den ganzen Himmel sich erstrecken, doch im Allgemeinen nach demselben Princip angeordnet sind. Die Sternbilder des Thierkreises, durch welche Sonne, Mond und Planeten ihren Lauf machen, waren wohl die ältesten; die Eintheilung des Thierkreises (Zodiacus) in 12 Sternbilder entsprach den 12 Monaten des Jahres. Bei den alten Indiern finden wir ein anderes Princip: der Thierkreis hat bei ihnen 27 Mondhäuser, so daß der Mond an jedem Tage durchschnittlich ein solches durchlief. Dagegen haben Chaldäer, Phönizier, Aegypter, Griechen ꝛc. übereinstimmend 12 Thierkreisbilder, ursprünglich wohl sämmtlich von Thieren herge-

Digitized by Google

nommen. Seine jetzige Gestalt erhielt er erst von den Griechen, deren Dichter auch für jedes Zeichen eine Deutung haben. Der Widder ist derjenige, dessen Fell den Argonautenzug veranlaßte; in den Stier verwandelte sich Jupiter, um die Tochter Agenors zu entführen; die Zwillinge sind Kastor und Pollux (wofür früher Herkules und Apollo), die beiden Söhne Jupiters, deren brüderliche Liebe sie würdig machte, an den Himmel versetzt zu werden; der Krebs bezeichnet das Rückwärtsgehen der Sonne von ihrem höchsten Punkte aus (früher finden wir statt des Krebses einen Käfer); hierauf folgt der nemäische Löwe, den Herkules erlegte, und den Juno unter die Sterne versetzte. Die Jungfrau hat zu sehr verschiedenen Deutungen Anlaß gegeben. Sie ist z. B. Ceres, die Göttin der Ernten; Isis, die alte Königin und Göttin der Aegypter; Asträa, die Göttin der Gerechtigkeit; endlich Erigone, Tochter des Ikarus. Auf den ägyptischen Darstellungen erscheint sie als Schnittermädchen. Die Wage ist Mochos, der Erfinder des Gewichts und des Wägens, der auf den alten Globen noch persönlich erscheint und die Wage hält; in der ältesten Zeit kommt die Wage gar nicht als eigenes Sternbild vor, sondern es stehen an ihrer Stelle die Scheeren des Skorpions. Den Skorpion hatte Diana beauftragt, dem berühmten Jäger Orion, der ihren Zorn erregt hatte, eine tödtliche Wunde beizubringen, und ihn dafür unter die Sterne versetzt. Der Schütz ist der Centaur Chiron, der Erfinder des Reitens; auch erscheint er auf den Sternkarten noch heute als Centaur, führt aber diesen Namen nicht, weil noch ein andrer Centaur am südlichen Himmel vorkommt. Der Steinbock, eigentlich die Ziege Amalthea, hatte den Nymphen die Milch zur Ernährung Jupiters geliefert und sich so einen Platz am Himmel erworben. Der Wassermann ist Deukalion, der thessalische Noah, und die Fische sind Venus und Cupido, welche überrascht und erschreckt durch den Riesen Typhon sich in Fische verwandelten und in den Euphrat stürzten. Doch sind diese Beziehungen aus beträchtlich jüngerer Zeit, als die Sternbilder selbst. Auch war noch nicht der gesammte Himmel in Sternbilder vertheilt, denn beträchtliche Räume, in denen keine besonders hellen Sterne sich befanden, blieben unbenannt und unbeachtet, und die südlichsten, in den Küstengegenden des Mittelmeeres unsichtbaren Regionen des Himmels gehörten gar nicht zur Sternkunde der Alten.

Zum Schluß dieser ersten Vorlesung mögen wir noch einen

Digitized by Google

Blick nach jenem räthselhaften und seltsamen Volke des östlichen Asiens, den Chinesen, thun. Es ist merkwürdig, daß uns die Chinesen in Allem vorausgegangen sind. So erfahren wir aus einem neuen französischen Reisewerke, daß die Jagd nach Autographen seit alten Zeiten bei den Chinesen herrschte, wie sie jetzt bei uns herrscht. Für eine geschriebene Zeile einer Person des Alterthums wird von ihnen ein fabelhafter Preis bezahlt und in Peking ist es ein eigener Zweig der Industrie, falsche Autographien zu verfertigen, wie man bei uns z. Beisp. Schiller-Autographen macht. Stumme Instrumente für Uebende, damit sie durch ihre Töne nicht die Ohren zerreißen, Schießpulver, Pockenimpfung, Buchdruckerei, Journale, Gesetzbücher, Klubbs, Endreime, Anwendung des thierischen Magnetismus, Kenntniß des irdischen Magnetismus sind bei den Chinesen sehr alt. Sie haben Pfandleihhäuser unter Ueberwachung der Regierung, und die Neujahrsbesuche sind bei ihnen ein uralter Brauch. Seit noch nicht zu langer Zeit ist man bei uns auf den Einfall gekommen, anstatt seinen Glückwunsch selbst zu überbringen, eine Karte abzugeben — die Chinesen senden einander seit 3000 Jahren am Neujahrstage Visitenkarten. Die elegante Welt in Japan hält Pferde und Wagen, und es gehört zum feinen Tone, selbst zu fahren; es giebt dort Lohnkutscher und Fiaker. In den Schauspielhäusern giebt es Parterre und mehre Reihen Logen; selbst Klubbs für literarische Unterhaltung sind seit undenklichen Zeiten in Gebrauch.

Und in diesem Lande sollte man nicht auch mit der Astronomie uns vorausgeeilt sein? Möge man auch die bis zu 3000 Jahren vor Christus zurückreichenden Beobachtungen in Zweifel ziehen, so haben doch selbst unsere Astronomen manchen Vortheil aus den Aufzeichnungen der Chinesen gezogen, und ist es sogar von Mädler nachgewiesen, daß chinesische Beobachtungen aus dem Jahr 1100 vor Christus sich durch Rückrechnung als richtig bestätigen lassen. So waren es auch die Chinesen, welche zuerst die Kometen und die Sternschnuppen in ihre astronomischen Beobachtungen hineinzogen, wie wir bereits bemerkten. Dabei könnte der Umstand, daß die Sternbilder der Chinesen durchaus von denen der übrigen Kulturvölker abweichen, uns den Schluß machen lassen, daß sie ihre astronomischen Kenntnisse nicht von auswärts erhielten, sondern selbstständig entwickelten.

Digitized by Google

Zweite Vorlesung.

Die astronomischen Kenntnisse der alten Griechen.

Es läßt sich wohl von vorn herein vermuthen, daß wir von den astronomischen Kenntnissen der Griechen Bestimmteres wissen müssen, als von denen anderer alten Völker, da uns so viele der griechischen Geisteswerke aufbewahrt sind. Und so ist es auch. Schon in den anerkannt ältesten griechischen Dichtern, Homer und Hesiod, finden wir verschiedene Sternbilder erwähnt. Homer erwähnt die Plejaden und Hyaden als Sterne, nach denen sich Odysseus bei seiner Fahrt gerichtet habe, und Hesiod nennt uns die Sterne, nach denen sich der Landmann richten solle, um seinen Acker zu rechter Zeit zu bestellen. Indeß war wohl die Sternkunde bis zur Zeit des schon erwähnten Thales nur in ihrer Kindheit. Thales, welcher 640 vor Christus geboren war, berechnete eine Sonnenfinsterniß, und es wurden seitdem fleißigere Beobachtungen des Himmels angestellt. Auch Pythagoras, dessen tiefes Wissen wir um so mehr schätzen lernen, je mehr sich unsere eignen Kenntnisse erweitern und uns daher befähigen, das zu verstehen, was von seinen Lehrsätzen uns überliefert ist, besaß astronomische Kenntnisse. Nach ihm war der bedeutendste griechische Astronom der Athener Meton, der 433 vor Christus den berühmten Mondcykel von 19 Jahren einführte, binnen welcher Zeit die Neumonde wieder auf die vorigen Tage des Jahres zurückkommen, indem 19 Sonnenjahre ziemlich genau 235 Mondwechsel (Lunationen) ausmachen: eine Entdeckung, welche man damals für so wichtig hielt, daß man die betreffende Rechnung mit goldenen Buchstaben auf der Burg von Athen eingrub, daher die Zahl eines jeden Jahres im Cykel noch jetzt die *goldene* genannt wird.

Der speculative Geist der Griechen konnte sich nicht damit begnügen, die Astronomie als eine einfache Erfahrungswissenschaft zu betrachten, sondern suchte Systeme und Theorieen zu bilden, die aber so unglücklich waren, wie überhaupt astronomische Theorieen nur sein können, daher denn auch der nüchterne Sokrates an der Astronomie überhaupt verzweifelte. Da meinte wohl Einer, die Fixsterne seien die Köpfe der in das Firmament eingeschlagenen golde-

Digitized by Google

nen Nägel, oder die Sonne entsende ihr Licht durch eine Oeffnung im Himmel, deren Verstopfen die Sonnenfinsternisse bewirke (Anaximander); und ein Anderer (Empedokles), der Mond sei ein Stück der Sonne; er habe eine leuchtende und eine himmelblaue Hälfte, und seine Finsternisse entständen, wenn er die letztere der Erde zuwende. Abgesehen aber von dergleichen Spielereien, zogen sich durch die ganze Sternkunde der Griechen zwei Grundgedanken, welche ihr ein ganz bestimmtes Gepräge aufdrückten. Erstens sah man es als ausgemacht an, daß sich alle Himmelskörper um die Erde bewegten, und zweitens hielt man es für eben so ausgemacht, daß diese Bewegungen nur in Kreisen geschehen könnten und vollkommen gleichmäßig sein müßten, so daß in gleich großen Zeiten auch gleich große Bogen durchlaufen würden. Die Kreisbewegung, lehrte die griechische Naturphilosophie, ist die einfachste, die Natur muß sich aber der einfachsten Mittel zur Erreichung ihrer Zwecke bedienen. Die tägliche Bewegung der Fixsterne betrachtete man daher nicht als eine scheinbare, sondern hielt sie als eine wirkliche fest; man dachte sich sämmtliche Fixsterne an einer Kugel befestigt, die sich um die in ihrem Mittelpunkt befindliche Erde täglich ein Mal von Osten nach Westen gleichförmig herumdrehete. Sonne, Mond, Merkur, Venus, Jupiter und Saturn nannte man die sieben Planeten, d. h. Wandelsterne, weil man bemerkte, daß sie unter den Fixsternen immer andere Stellungen einnehmen und gleichsam herumwandeln. Um ihre von denen der Fixsterne abweichenden Bewegungen zu erklären, nahm man an, daß sie an besondern Kugeln oder Himmelsgewölben fest wären. Aristoteles nahm sogar 55 solcher Kugeln an, um mit ihrer Hilfe die sämmtlichen Bewegungen zu erklären. Daß die Pythagoräer die fortschreitende Bewegung der Erde und die Axendrehung derselben, ja sogar die centrale Stellung der Sonne für das ganze Planetensystem angenommen haben sollen, ist nur eine durch Mißdeutung der altpythagoräischen Central-Feuerlehre eingeschlichene Voraussetzung. Die Verliebtheit in copernikanische Ansichten führte öfter zu dergleichen Täuschungen und Unwahrheiten. So hat erst neulich Dr. Gruppe in seiner Schrift „die kosmischen Systeme der Griechen“ sogar nachzuweisen versucht, daß Plato von der Axendrehung der Erde gewußt, während dieses wissenschaftlich längst widerlegt war. Mit Bezug auf diese Schrift von Gruppe hat Aug. Böckh (s. Untersuchungen über das kosmische System des Plato Berlin 1852) aufs

Digitized by Google

Gründlichſte dargethan, daß Plato die unbewegliche, nicht rotirende Erde in die Mitte der Welt geſtellt.

Die größten Fortſchritte machte die griechiſche Sternkunde, als Ptolemäus Philadelphus, König von Aegypten, etwa 300 Jahre vor Chriſtus das berühmte Muſeum in ſeiner Hauptſtadt Alexandrien gründete. Es war dieſes Muſeum ein großes, prachtvolles Gebäude mit Sälen und Galerien, in welchen mit den größten Anſtrengungen und Koſten die erſte bedeutende Bibliothek und die koſtbarſten Meßinſtrumente zuſammengebracht wurden. Zugleich lud Ptolemäus alle Gelehrte ein, nach Alexandrien zu kommen, um kräftigen Schutz und reichlichen Unterhalt von ihm zu empfangen.

Da finden wir denn unter den alexandriniſchen Aſtronomen zuerſt Ariſtillus und Timocharis. Sie begannen mit Beſtimmung der Fixſternörter, bei denen man bisher nur das Sternbild angegeben hatte, in welchem ſie ſtanden. Die genannten Aſtronomen aber gaben zuerſt Rectaſcenſionen und Declinationen mit einer Genauigkeit, die wenigſtens hinreichend war, um ſchon 150 Jahre ſpäter die Vorrückung der Nachtgleichen zu finden. Weit wurden ſie überragt durch den mit philoſophiſchem Geiſte ausgerüſteten Ariſtarch von Samos (geb. 267 v. Chr.), der auf eine ſcharfſinnige Weiſe das Verhältniß der Mond- und Sonnenentfernung zu beſtimmen verſuchte. Außerdem nahm er an, daß ſich die Erde in einem ſchiefen Kreiſe um die Sonne und zugleich um ihre Achſe bewege. Den Einwurf, daß man eine ſolche Fortbewegung der Erde durch den Weltraum an dem veränderten Stande der Fixſterne würde erkennen müſſen, ſuchte er dadurch zu entkräftigen, daß er behauptete, die Entfernung der Fixſterne ſei eine ſo ungeheuere, daß die ganze Erdbahn gegen dieſe Entfernung nur ein Punkt ſei. Die gleiche Behauptung ſtellen noch heute die Anhänger der copernicaniſchen Lehre auf.

Zwiſchen 276 und 196 vor Chriſtus lebte Eratoſthenes, der Vorſteher der alexandriniſchen Bibliothek war. Auf ſeine Veranſtaltung ließ Ptolemäus Euergetes die großen Armillarſphären verfertigen, mit denen er ſeine Beobachtungen unternahm. Er fand die Schiefe der Ekliptik zwiſchen 23° 50′ und 23° 52½′, alſo nur um etwa 4 Minuten von den heutigen Annahmen abweichend, verſuchte die Erde zu meſſen, indem er den Bogen zwiſchen Syene und Alexandrien am Himmel und auf der Erde beſtimmte, und

Digitized by Google

unternahm sogar eine Zählung der Sterne, deren er 675 bestimmt haben soll.

Um 235 vor Christus versuchte es Apollonius von Pergä, das Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten zu erklären, und erfand zu diesem Zweck die Epicyklen, d. h. Kreise in Kreisen, indem er die Planeten in Radlinien ihre Bahnen durchlaufen ließ. Wir werden später, bei Ptolemäus, ausführlicher von den Epicykeln sprechen.

Etwa 100 Jahre nach Aristarch wirkte der größte unter den alexandrinischen Astronomen, Hipparch von Nicäa. Sein scharfer Verstand zeigte ihm bald das Schwankende der alten Bestimmungen, und im Besitz der vortrefflichen Instrumente des Museums unternahm er es, alle Daten durch neue, von ihm selbst anzustellende Beobachtungen zu ermitteln und von den alten nur diejenigen anzunehmen, welche hinreichend beglaubigt waren. Von seinem Lebenslauf wissen wir nicht viel mehr, als daß er zwischen 160 und 125 vor Christus wirkte. Desto mehr wissen wir von seinen Leistungen. Er untersuchte die von Eratosthenes angegebene Schiefe der Ekliptik, bestimmte die Breite seines Beobachtungsortes und die Länge des Jahres, fand die Ungleichheit der beiden Jahreshälften, worauf er auf eine Excentricität der Sonnenbahn schloß, gab Tabellen über den Sonnenlauf, deren zweckmäßige Einrichtung noch heute als Muster gilt, ließ den Tag vom Mittag anfangen, wie noch jetzt die Astronomen thun, und fand die Ungleichheit der Tageslängen. Er untersuchte ferner den Mondlauf, die Steigung seiner Bahn, die Veränderlichkeit seiner Knoten und andere Elemente, so wie er auch die Parallaxe des Mondes suchte. Hinsichtlich der Planeten begnügte er sich, Thatsachen zu sammeln, ohne daß er eine Theorie ihres Laufs aufzustellen wagte. Sein Hauptwerk war eine Bestimmung der Fixsternörter. Nach Plinius Erzählung erschien nämlich zu Hipparchs Zeit ein neuer Stern, wovon er Veranlassung genommen haben soll, sein Sternverzeichniß anzufertigen, um allen Zeiten die Mittel zu verschaffen, über neu erscheinende oder wieder verschwindende Sterne zur Gewißheit zu gelangen. Dabei bemerkte er den Unterschied zwischen seinen eigenen Beobachtungen und denen des Timocharis vor 150 Jahren, woraus er schloß, daß entweder die Sterne in der Ekliptik um 2 Grad fortgerückt, oder die Punkte der Nachtgleichen am Himmel um eben so viele Grade zurückgewichen seien.

Digitized by Google

Nach Hipparch verstrich geraume Zeit, ehe neue Fortschritte in der Astronomie gemacht wurden, denn die unbedeutenden Arbeiten eines Geminus, Theodosius und Alexander von Ephesus verdienen kaum der Erwähnung. Höher stand Posidonius, der aber in Rom lebte, wo sich damals die Wissenschaften zu verbreiten anfingen, und die Höhe des Luftkreises, die Entfernung der Sonne und des Mondes zu berechnen versuchte, sich also leider an Dinge wagte, die dem Menschen zu ergründen nie verstattet sein werden. Kleomedes, der bald nach Posidonius lebte, entdeckte die Refraction oder Strahlenbrechung. Man hatte nämlich bemerkt, daß bei einer Mondfinsterniß gleichzeitig die untergehende Sonne und an der andern Seite des Himmels der verfinsterte Mond erschienen war. Kleomedes leugnete anfangs die Möglichkeit geradezu; als er sich aber von der Richtigkeit der Thatsachen überzeugte, suchte er nach einer Erklärung und traf den wahren Grund, wiewohl er ihn in der Sprache seiner Zeit ausdrückte. Damals nämlich war die Meinung allgemein, daß der Lichtstrahl von dem Auge *aus*- und nach den Objecten *hin*gehe. In diesem Sinne nun sagte Kleomedes: der Strahl, der vom Auge parallel mit der Erdfläche ausgeht, trifft auf eine dicke Luft, wird von seinem Wege abgelenkt und verfolgt so die schon unter dem Horizont befindliche Sonne.

Ein neues Licht für die Astronomie ging erst im Anfang des zweiten Jahrhunderts der christlichen Zeitrechnung auf, denn damals, nachdem fast 3 Jahrhunderte seit Hipparch verflossen waren, lebte Claudius Ptolemäus, dessen Verdienst wenigstens das war, daß er die Erfahrungen der ältern Astronomen systematisch zusammentrug und Lehrbücher lieferte, welche für mehre Jahrhunderte die einzige Richtschnur blieben. Am berühmtesten und einzig uns übriggeblieben, ist sein vollständiges System der Sternkunde in 13 Büchern, und auch dieses nur in einer arabischen Uebersetzung, daher man es auch gewöhnlich mit dem von den Arabern ihm beigelegten Namen „Almagest“ bezeichnet.

Es soll um das Jahr 827 gewesen sein, als der Almagest in das Arabische übersetzt, dadurch wahrscheinlich dem Untergange entrissen und so zu der Hauptquelle wurde, aus welcher bis zum sechszehnten Jahrhundert die Astronomen ihre Kenntnisse schöpften. Da Ptolemäus selten des Hipparch und der übrigen ältern Astronomen erwähnt, so galt er auch lange für den Vater der Astronomie; als aber eine gründlichere Kritik die wahren Urheber der mei-

Digitized by Google

ſten in ſeinem Werke aufgeführten Beobachtungen entdeckt hatte, ſchlug die Bewunderung in ihr Gegentheil um, und man hielt ihn für wenig mehr, als einen betrügeriſchen Plagiarius. Die Wahrheit liegt wohl in der Mitte. Zu Ptolemäus Zeiten exiſtirten noch die Schriften Hipparchs und anderer alten Aſtronomen, und er hatte nicht nöthig, bei jeder einzelnen Thatſache den Beobachter zu nennen, eine Mode, die überhaupt nur der übertriebenen Gründlichkeit unſrer Zeit eigen iſt. Ueberdieß wiſſen wir — obſchon die meiſten Schriften des Ptolemäus verloren gegangen ſind, denn er ſchrieb über Optik, Muſik, Chronologie, Gnomonik und Geographie — dennoch, daß er nicht bloß zuſammenſchrieb, was er in den Schriften Andrer fand, ſondern auch ſelbſtſtändig die Wiſſenſchaft förderte.

Wir erwähnen in dieſer Beziehung zuerſt ſeiner Mondstheorie. Hipparch hatte ſchon eine Ungleichheit der Mondsbewegung gefunden, und Ptolemäus fand eine zweite. Dann erfand er ein neues Beobachtungsinſtrument, das Triquetrum, um die Mondsparallaxe zu beſtimmen, ſo wie er auch die Sonnenparallaxe zu beſtimmen ſuchte. Daß ſeine Parallaxen größer waren, als die heutigen Tages angenommenen, kann ihm nicht zum Tadel angerechnet werden, da die Parallaxen der Geſtirne überhaupt nie richtig von den Menſchen werden beſtimmt werden. Seine Methode, Mond- und Sonnenfinſterniſſe zu beſtimmen, iſt im Weſentlichen nicht von der jetzigen unterſchieden. Am Berühmteſten iſt er aber durch ſein Weltſyſtem geworden, weil daſſelbe lange Zeit als das allein richtige betrachtet wurde.

Ptolemäus erzählt, daß Hipparch, unter den uns bekannten Aſtronomen des Alterthums der größte, nicht gewagt habe, ein Syſtem der Planetenbewegungen aufzuſtellen, um ſeinen Ruhm nicht zu gefährden. Allerdings ließ ſich auch von einem ſo vorſichtigen und genauen Beobachter, wie Ariſtarch war, die Aufſtellung eines Syſtems nicht erwarten, ſo wenig Copernicus ein Solches gewagt haben würde, wäre er ein beſſerer Aſtronom und mit andern, als den gröbſten Werkzeugen der Beobachtung ausgerüſtet geweſen. Tycho ſtellte zwar ebenfalls ein Syſtem auf, aber alle ſeine Schriften beweiſen, daß er gar nichts auf daſſelbe gab. Allen Syſtemen widerſpricht die Beobachtung und Erfahrung.

Es war alſo eine Keckheit von Ptolemäus, ein Syſtem aufzuſtellen. Er hatte, wie ſchon bemerkt, eine neue Unregelmäßigkeit

Digitized by Google

in der Bewegung des Mondes entdeckt, und da die Annahme einer excentrischen Bewegung, d. h. die Annahme, daß die Erde nicht im Mittelpunkte des von dem Monde um sie beschriebenen Kreises stehe, zur Erklärung jener Unregelmäßigkeit nicht ausreichte, so nahm er an, daß der Mond sich nicht in einem einfachen Kreise um die Erde bewege, sondern in Kreisen, deren Mittelpunkte sich in einem gegen die Erde excentrischen Kreise fortbewegten, also in Radlinien. Dieß ist der Ursprung seiner so berühmt gewordenen Lehre von den Epicykeln, indem man einen Kreis, der sich auf einem andern fortbewegt, einen Epicykel nennt. Dann ging er weiter und erklärte auch die Erscheinungen der Planeten, welche wir am Himmel den Fixsternen bald voreilen, bald nachbleiben sehen, durch Verbindung von Epicykeln mit excentrischen Kreisen, was übrigens, wie wir sagten, auch Apollonius von Pergä fast 400 Jahr früher schon gethan hatte. Nach dem ptolemäischen Weltsystem bewegen sich also die Fixsterne und die sieben Planeten (Sonne und Mond mit zu den Planeten gezählt) täglich von Osten nach Westen in gleichförmigen Kreisen, in deren Mittelpunkt die Erde steht. Dabei beschreiben sie noch eine zweite, den Aequator unter einem schiefen Winkel durchschneidende Bahn in einem längern Zeitabschnitt, aber nicht unmittelbar, sondern in Kreisen, welche sich auf dem eigentlichen, die Bahn bildenden Kreise herumbewegen. Das sogenannte ägyptische System weicht von dem ptolemäischen darin ab, daß es die Epicykeln nicht hat und Merkur und Venus (die untern Planeten) als Trabanten um die Sonne und mit dieser um die Erde laufen läßt. Eine Erweiterung des ägyptischen Systems war das von Tycho Brahe, wie wir weiter unten sehen werden.

Wiewohl sich nach dem ptolemäischen Systeme, wenn man eine geringe von Pontecoulant vorgeschlagene Aenderung mit demselben vornimmt, alle auffallenden planetarischen Erscheinungen richtig erklären lassen, und sogar noch richtiger, als nach dem copernicanischen, so wurde ihm doch bereits frühzeitig der Vorwurf gemacht, daß es nicht einfach genug sei. Ptolemäus erwiederte darauf, daß ja die irdischen Dinge auch nicht einfach wären.

Mit Ptolemäus schließt die erste Hälfte der Dauer des alexandrinischen Gelehrtenvereins; die zweite, nur noch ein Schattenbild des frühern hohen Ruhmes, bietet uns wenig dar. Nur etwa die Beobachtungen Theons, die astronomischen Tabellen seiner Tochter

Digitized by Google

Hypatia und das Planisphärium des Bischofs Synesius verdienen einiger Erwähnung.

Von den Römern haben wir nichts gesagt, weil die Astronomie bei ihnen weniger geachtet war und keine wichtige Entdeckung von ihnen ausging. Höchstens kann das Verdienst erwähnt werden, welches sich Julius Cäsar durch die Verbesserung des Kalenders erwarb.

Dritte Vorlesung.

Die Zeiten bis Copernicus.

Mit der Völkerwanderung einer- und dem Untergange der alexandrinischen Bibliothek — als deren Vernichter gewöhnlich Omar genannt wird — andererseits, war, wie in den Wissenschaften überhaupt, so namentlich in der Astronomie ein vollständiger Stillstand eingetreten, so daß wir Spuren neuer Beobachtungen und Messungen erst seit dem 8. Jahrhundert wieder antreffen, und zwar gerade bei dem Volke, dem der Barbar Omar angehört hatte: bei den Arabern, deren Uebersetzung des ptolemäischen Almagest schon in der vorigen Vorlesung erwähnt ist.

Dieses merkwürdige Volk der Araber, das anfangs in seinem rohen Glaubenseifer Alles nur vernichten zu wollen schien, bemächtigte sich fast eben so schnell der geistigen Schätze der unterjochten Völker, wie ihrer Länder. Die wissenschaftlichen Werke der Griechen wurden übersetzt, Gelehrte an die Höfe der Herrscher gezogen und mit Auszeichnung behandelt, Sternwarten errichtet und mit prächtigen Instrumenten ausgerüstet. Jahrhunderte blieben sie und die unter ihnen wohnenden Juden fast die alleinigen Träger der Wissenschaft, während im christlichen Europa mit seltenen Ausnahmen aller Sinn für Studien erstorben war. Nur das hat man den Arabern vorgeworfen, daß sie einestheils die Wissenschaft mit astrologischen Träumereien vermischt hätten, und daß ihnen anderntheils der Forschergeist ihrer Vorgänger, der Griechen, abgegangen sei. Allein es ist einmal dem semitischen Stamme der schaffende Geist versagt: er hat nur den aneignenden, wobei er freilich eine seltene Ausdauer zeigt. Noch jetzt sieht man Juden durch eisernen Fleiß

Digitized by Google

zu achtunggebietenden Kenntniſſen gelangen — aber Neues hervorbringen, die Wiſſenſchaften oder Künſte fördern, das können ſie nicht. So bewahrten auch die Araber, als echte Semiten, die von den Griechen überkommenen Schätze als treue Verwalter, aber dieſe Schätze wuchſen nicht unter ihren Händen an. Was der Koran für Sitte und Recht, das blieb der Almageſt des Ptolemäus für die Sternkunde: die unabänderliche Richtſchnur, die man nicht zu verlaſſen wagte.

Zunächſt war es Bagdad, wo die Wiſſenſchaften bis zum 11. Jahrhundert einen Zufluchtsort fanden. Almamum, der dritte in der Reihe der Khalifen, die in der Geſchichte der Kultur eine Stelle verdienen, verſuchte die Schiefe der Ekliptik zu beſtimmen und maß in den Ebenen von Sennaar einen Grad des Meridians. Leider wiſſen wir aber nicht genau, wie lang die arabiſchen Meilen waren, deren nach der Meſſung der Mathematiker Almamums 56½ auf einen Grad gingen. Wir wiſſen, daß eine arabiſche Meile 4000 Ellen, eine Elle 24 Zoll, ein Zoll 6 Gerſtenkörner enthielt — allein wie groß iſt ein Gerſtenkorn?

Aber auch Rückſchritte kamen vor. Man mengte die Sternkunde mit Sterndeuterei und ſtellte dieſe höher, als jene. Thebit verwirrte die einfache Lehre Hipparchs und Ptolemäus von der Präceſſion, indem er zu finden glaubte, daß die Aequinoctialpunkte bald vor-, bald rückwärts gingen und zwar in Perioden von vielen Jahrhunderten. Meſſala glaubte, die Fixſterne erhielten ihr Licht von der Sonne und bewies dadurch, daß die Sonne größer, als die Erde ſein müſſe, weil ſonſt der Schatten der Erde ſich ins Unendliche erſtrecken und allnächtlich einen Theil der Fixſterne verdunkeln müßte.

Dagegen wurden auch von Zeit zu Zeit neue Tafeln über die Bewegung der Sonne, des Mondes und der Planeten bearbeitet, und zu den berühmteſten Tafeln dieſer Art gehören die Sonnentafeln des Albatani (Albategnius), ſo genannt von ſeiner Geburtsſtadt Batan in Meſopotamien. Er war ein ſyriſcher Fürſt und lebte um 860 nach Chriſtus. Er berichtigte die Präceſſionskonſtante und vermuthete ſchon, daß die Erdnähen der Planeten ebenfalls in Länge vorrückten.

Um das Jahr 1000 beſtimmte Ibn Junis die Schiefe der Ekliptik zu 23° 34′ 26″, wahrſcheinlich um etwas über eine Minute zu

Digitized by Google

klein, so wie Pytheas 350 vor Christus sie etwas zu groß (23° 49′ 20″ gefunden hatte.

Als eine Fortsetzung dieser arabischen Arbeiten in Asien können die in Spanien betrachtet werden, denn auch unter den nach diesem Lande vorgedrungenen Mauren fanden sich viele Gelehrte. Arzachel versuchte durch 402 Beobachtungen die Bewegung des Perihels der Sonne zu bestimmen, Alhazen vervollkommnete die Theorie der Refraction, wobei er die Luft als in das Unendliche sich erstreckend annahm — was man zwar nach unsern heutigen Ansichten tadeln wird, aber doch nicht widerlegen kann. Averroes tadelte das Ptolemäische System und wollte zum einfachen excentrischen Kreise zurückkehren, konnte aber seines hohen Alters wegen die Sache nicht durchführen und empfahl sie seinen Nachfolgern, unter denen Alpetragius sich an der Aufgabe versuchte, aber nicht besonders glücklich dabei war.

Aber auch nach andern Seiten hin hatte sich von Bagdad aus die Liebe zu der Sternkunde verbreitet. Perser und Tataren pflegten sie, seit Malek-Schah (mit dem Zunamen Dschelal-Eddin) mehre Gelehrte versammelte, um die Länge und Epoche des Sonnenjahrs zu berichtigen. Nach Omar-Chejams Ermittelung enthielt es 365 Tage 5 Stunden 48′ 48″, was fast mit unsern heutigen Annahmen stimmt.

Auch besaßen die Perser Planetentafeln von großer Genauigkeit, ein Beweis, daß sie alte Beobachtungen benutzten und mit ihren eigenen verglichen.

Hulagu, ein Enkel Dschingis-Khans, eroberte zwar Persien und stürzte das Herrscherhaus der Abassiden, nahm aber die Astronomie in seinen Schutz. In Maraſch, nahe bei Tauris, versammelte er die berühmtesten Sternkundigen und errichtete eine Warte, von der jedoch neue Vervollkommnungen nicht ausgingen, denn Nosireddins Tafeln, übereilt allerdings durch Halagu's Ungeduld, waren minder vollkommen, als die alten Ptolemäischen.

Auch Ulugh-Beigh, der im 15. Jahrhundert lebende Fürst der usbekischen Tataren, berief eine Versammlung der berühmtesten damaligen Astronomen nach seiner Hauptstadt Samarkand. Hier hatte er eine große, mit kostbaren Instrumenten ausgerüstete Sternwarte errichtet, auf der er selbst beobachtete. Die wichtigste seiner Arbeiten ist die Bestimmung der Schiefe der Ekliptik, für welche er im

Digitized by Google

Jahr 1437 23° 31′ 48″ fand. Er verfertigte neue aſtronomiſche Tafeln und unternahm eine Verbeſſerung des hipparchſchen Sternverzeichniſſes. Alſuphi, ein Araber, hatte für ihn die Oerter Hipparchs auf ſeine Zeit reducirt; Ulugh-Beigh prüfte ſie mit ſeinem großen Inſtrument und fand ſie nicht genau, weßhalb er den größten Theil dieſer Sterne von Neuem beobachtete und beſtimmte. Mit dem Tode dieſes Fürſten, der von der Hand des gegen ihn empörten eignen Sohnes fiel, ſchwand die kurze Blüthe usbekiſcher Wiſſenſchaft.

War es im Ganzen auch wenig, was ſeit Ptolemäus von den aſiatiſchen Völkerſchaften in der Sternkunde geleiſtet wurde, ſo haben wir uns doch nicht darüber zu beklagen, denn es wurde durch ſie wenigſtens das Vorhandene den abendländiſchen Völkern gerettet, und viele Kunſtausdrücke (z. B. die bekannten Worte Zenith und Nadir), ſo wie zahlreiche Sternnamen erinnern uns fortwährend an die Araber. Unter den chriſtlichen Völkerſchaften wurde die Nacht der Unwiſſenheit in jenen Jahrhunderten nur durch ſeltne Lichterſcheinungen unterbrochen. Hatte man doch auch mit Feuer und Schwert wichtigere Fragen zu entſcheiden, z. B. ob der liebe Gott ein Scarabäus werden könne, wenn er wollte.

Eine der früheſten Lichterſcheinungen war der berühmte Gerbert, einer der gelehrteſten Männer des zehnten Jahrhunderts, welcher, von armen Eltern in der Auvergne geboren, ſich bis zum päpſtlichen Stuhle aufſchwang, den er als Sylveſter II. zierte. Er hatte in Spanien bei den Arabern ſtudirt und übertraf bald ſeine Lehrer. Dann that ſich Kaiſer Friedrich II. (ſtarb 1250) hervor, der den Almageſt, da die griechiſche Urſchrift nicht mehr aufzufinden war, aus dem Arabiſchen in das Lateiniſche überſetzen ließ. Der nächſt zu Erwähnende iſt König Alphons X. von Caſtilien, der mit großem Koſtenaufwand von jüdiſchen und arabiſchen Aſtronomen, an deren Spitze ein Rabbi Iſaak ſtand, neue Planetentafeln ausarbeiten ließ. Dieſe wurden im Jahre 1252 vollendet und ſind noch immer unter dem Namen der alfonſiniſchen Tafeln bekannt. Aber er zweifelte an der Wahrheit des ptolemäiſchen Syſtems, weil ihm daſſelbe zu verwickelt erſchien, und als er einſt ſcherzend geäußert hatte, wenn ihn der liebe Gott befragt hätte, ſo würde er eine einfachere Einrichtung des Weltgebäudes angegeben haben, ſo wurde dieſe Aeußerung von fanatiſchen Mönchen zu einer Gotteslästerung geſtempelt. Der Same der Empörung ward aus-

Digitized by Google

gestreut und sein eigner Oheim Emmanuel sprach vor den Ständen seine Absetzung aus; arm und verlassen starb Alphons der Weise zu Sevilla im Jahr 1284.

Auch des Roger Baco, der ein Zeitgenosse von Alfons war, kann hier gedacht werden, weil er eine Kalenderverbesserung vorschlug, welche den Fehlern der julinianischen Tafeln abhelfen sollte, und weil er optische Kenntnisse besaß, die in jenen Zeiten der Finsterniß einen Bund mit dem Bösen voraussetzen ließen. Man hat sogar behauptet, daß er das Teleskop und das Mikroskop erfunden habe. Man verfolgte ihn — er ward Mönch, um sich zu retten — aber dennoch verurtheilte ihn ein Generalkapitel als Zauberer, verbot ihm zu schreiben und ließ ihn in ein enges Gefängniß werfen, in welchem er bis an das Ende seines Lebens blieb.

Im 15. Jahrhundert begann es sich in Teutschland auf dem Felde der Astronomie kräftig zu regen, so wie überhaupt Teutschland seit Erfindung der Buchdruckerkunst das Primat der Wissenschaften erlangte, so daß alle Gelehrsamkeit der übrigen Länder im Grunde nur ein Wiederschein teutschen Glanzes war.

Da war es zunächst Johann Nyder, gewöhnlich von seinem Geburtsort Gmünd in Schwaben Johann von Gmunden genannt, der um das Jahr 1406 die Sternkunde an der Universität zu Wien lehrte und mehre Werke über astronomische Werkzeuge schrieb, die jedoch nicht gedruckt, zum Theil auch verloren gegangen sind. Im Jahr 1435 schenkte er der Fakultät der Künste seine Bücher und mathematischen Werkzeuge, wodurch er den Grundstein zu der berühmten Wiener Bibliothek legte. Er starb 1442.

Berühmter noch wurde Georg von Peurbach oder Purbach, 1423 in dem Flecken Peurbach in Oberösterreich geboren, der in mehren Städten Italiens mit großem Beifall lehrte und dann Professor der Sternkunde in Wien wurde. Von ihm sind die ersten teutschen astronomischen Beobachtungen, die wir kennen, und namentlich gab er verschiedene wichtige astronomische, besonders aber Sinustafeln von 10 zu 10′ heraus. Ein frühzeitiger Tod unterbrach ihn in seiner Thätigkeit, denn er starb schon 1461, noch nicht 38 Jahre alt, als er sich eben zu einer Reise nach Italien anschickte, um den Originaltext des Almagest zu studiren. Indeß hatte er schon einen Schüler gebildet, der noch berühmter wurde, Johann Müller, geboren 1436 zu Königsberg in Franken, und

Digitized by Google

daher auch Johann Königsberger oder Johann Regiomontanus genannt.

Johann Müller hatte von früher Jugend an einen großen Hang zur Mathematik und namentlich zur Sternkunde gezeigt. Durch Peurbachs Ruf angezogen, ging er als funfzehnjähriger Jüngling nach Wien und wurde bald nicht nur Peurbachs eifriger Schüler, sondern auch dessen Freund. Mit Eifer las er die Werke der griechischen Mathematiker, deren Originale jedoch nicht zu haben waren, daher er sich mit lateinischen Uebersetzungen behelfen mußte, welche wiederum nach arabischen Uebersetzungen angefertigt waren. — Um jene Zeit wurde das byzantinische Reich vernichtet, und mit den flüchtigen Griechen kamen auch gar manche Schätze altgriechischer Weisheit nach Italien. Müller lernte 1460 in Wien den gelehrten Kardinal Bessarion kennen, der ihn auf die Nothwendigkeit, das Griechische zu erlernen, hinwies. Mit ihm ging er nach Peurbachs Tode 1461 nach Rom, wo er sich bald bedeutende Kenntnisse im Griechischen erwarb und viele griechische Handschriften sammelte, auch selbst ein neues Testament abschrieb, das lange aufbewahrt wurde. Sieben Jahre brachte er in rastloser Thätigkeit in Italien zu, hielt in mehren Städten vor zahlreichen Zuhörern Vorlesungen über die Sternkunde und beobachtete fleißig am Himmel, wodurch er Gelegenheit bekam, sich von der Unzulänglichkeit der astronomischen Tafeln zu überzeugen. Im Jahr 1468 kehrte er nach Wien zurück, wo ihm die Professur der Astronomie übertragen wurde. Doch blieb er hier nicht lange, sondern folgte der Einladung des gelehrten Königs von Ungarn, Matthias Corvinus, der ihn mit einem Gehalt von 200 Goldgulden nach Ofen berief. Indeß bewogen ihn die Kriege, in die Corvinus bald darauf verwickelt wurde, sich nach einem friedlichern Wohnsitze umzusehen, und seine Wahl fiel auf Nürnberg, das damals gleichsam ein Mittelpunkt der Künste und Wissenschaften war. 1471 ging er dorthin ab und wurde bald mit einem reichen Bürger, Bernhard Walter, bekannt, der sich ebenfalls fleißig mit der Sternkunde beschäftigte. Beide stellten nun eine Reihe Beobachtungen an und fanden, daß die alfonsinischen Tafeln sehr von der Wahrheit abwichen. Ein Komet, der 1472 erschien, gab Müller Gelegenheit, Untersuchungen über dessen Parallaxe anzustellen, so daß er es also war, der zuerst in Teutschland diese Erscheinungen in das Gebiet astronomischer Beobachtung zog. In einer über diesen Komet geschriebenen Abhandlung

Digitized by Google

wollte er zeigen, wie man aus der Parallaxe des Kometen Entfernung und Größe herleiten könne. 1475 ging Müller nach Rom, wohin ihn Papst Sixtus IV. eingeladen hatte, um an der Verbesserung des Kalenders Theil zu nehmen, starb aber an der Pest, die damals in Rom wüthete, erst 40 Jahre alt.

Daß sich Müller auch mit der Mechanik abgegeben, könnte man aus einigen Sagen schließen. So soll er eine eiserne Fliege verfertigt haben, welche bei Tische die Gäste umschwirrte; einen Adler, der vor dem Kaiser herflog und ihn bis in die Stadt begleitete ꝛc.

Unter seinen verschiedenen Schriften, die alle sehr geschätzt wurden, ist besonders sein astronomischer Almanach (Ephemeriden, wie er ihn nannte) für die Jahre 1475—1506 berechnet, berühmt geworden. Er diente allen spätern ähnlichen Arbeiten zum Vorbilde, und wiewohl jedes Exemplar 12 Ducaten kostete, ein für die damaligen Zeiten sehr hoher Preis, so wurde er doch nach allen Ländern verlangt. Auch gab er einen Kalender heraus, den ersten, der in Europa gedruckt wurde.

Walter setzte noch lange seine Beobachtungen allein fort und verdient unter den Astronomen der damaligen Zeit gleichfalls einen ehrenvollen Platz. Er ist Urheber einer Methode, den Ort eines Planeten am Himmel durch den Abstand von zwei bekannten Sternen zu finden; auch bediente er sich seit 1484 einer Uhr zu seinen Zeitbestimmungen.

Hieronymus Fracastor, 1483 zu Verona geboren, rüttelte am ptolemäischen Systeme, allein seine Annahmen hatten noch weniger Wahrscheinlichkeit, als dieses. Er wollte Alles durch Vervielfältigung der Sphären erzwingen, und ließ die Bewegungen des Saturns durch 17, die des Jupiters durch 11 Sphären entstehen; im Ganzen kamen deren mehr als 70 heraus. Sein weitläuftiges und verwickeltes Werk zeigt ihn als einen philosophischen Kopf, der die Mühe der Selbstprüfung nirgend scheute und in der That oft das Rechte getroffen hat, wie er denn auch die Verminderung der Schiefe der Ekliptik behauptete.

Hatten alle bisherigen Astronomen ihre Berechnungen nach dem ptolemäischen Systeme angestellt und diese dabei so gut durchgeführt, wie Solches nur verlangt werden konnte — denn vollkommene Genauigkeit ist so wenig von den ältern Astronomen erreicht, wie sie unsern heutigen möglich ist — so wurde wenige

Digitized by Google

Jahre vor des genannten Regiomontanus Tode, am 19. Febr. 1473, angeblich zu Thorn in Preußen, der Mann geboren, der die bisherige Astronomie total auf den Kopf stellte, und den man deshalb verlachte und verhöhnte, dagegen eben so maßlos pries und lobte, seit man sich an seine Weltansicht gewöhnt hatte. Es war das — Copernicus, und wir müssen ihm eine besondere Vorlesung widmen.

Vierte Vorlesung.

Copernicus.

Wie hieß Copernicus eigentlich? Teutsche und Polen haben sich seither um die Ehre gestritten, den Mann zum Landsmann zu haben, welcher die Wissenschaft auf den Kopf stellte. Die Teutschen meinten, er habe Köpernick, die Polen, er habe Kopernicky geheißen. In der neuesten Zeit hat Dr. Prowe („Zur Biographie von Nicolaus Copernicus") ihn dadurch den Teutschen zu sichern gesucht, daß er behauptet, fragliche Person habe Koppernigk geheißen.

Doch, lassen wir das, da es nichts fördert. Man erzählt, daß er schon in seiner frühen Jugend großen Hang zu den mathematischen Wissenschaften und besonders zur Sternkunde gezeigt habe. Nachdem er sich in seiner Vaterstadt die ersten Kenntnisse der lateinischen und griechischen Sprache erworben, ging er nach Krakau, studirte dort Philosophie und Medizin, erlangte die medicinische Doctorwürde, pflegte aber auch die Sternkunde mit Eifer. Dann lebte er kurze Zeit in Thorn und machte in seinem 23. Jahre eine Reise nach Italien. In Bologna wurde er mit dem berühmten Astronomen Dominicus Maria bekannt, und in Rom erhielt er einen Lehrstuhl der mathematischen Wissenschaften, kehrte aber wenige Jahre später nach seinem Vaterlande zurück, und wurde von seinem mütterlichen Oheim Wazelrod, der Bischof von Ermland war, zum Kanonikus am Domstift zu Frauenburg gemacht. In dieser Stelle, die er nicht wieder verließ, fand er genügende Muße, ein neues astronomisches System auszudenken oder vielmehr über die

Digitized by Google

Erneuerung eines alten Syſtems nachzudenken, da das Ptolemäiſche Syſtem nicht genügte und durch die Sphären Fracaſtors, die eigentlich auch nur die Erneuerung und Erweiterung einer ſchon von Eudoxus angeregten Idee waren, nur noch mehr verwickelt war.

Ich ſagte, daß Copernicus nicht ſowohl ein neues Syſtem erfunden, als vielmehr ein altes erneuert habe. Die Verehrer des Copernicus möchten demſelben freilich zu gern die alleinige Entdeckung zuſchreiben, obſchon er ſelbſt in ſeinem Werke De revolutionibus orbium coelestium ſagt, er habe die Werke alter Philoſophen geleſen, ſo viel er habe ihrer erlangen können, um zu ſehen, ob nicht irgend eine andere Erklärung von den Bewegungen am Himmel ſich darin fände. „Und ich fand“, fährt er fort, „im Cicero, daß Niketas zuerſt gefunden habe, die Erde bewege ſich. Hernach fand ich auch im Plutarch, daß einige Andere dieſer Anſicht geweſen ſeien.“ Nachdem er dann die Worte Plutarchs (de placit. Philos. III, 13. 17.) mitgetheilt, fährt er fort: „Daher nahm ich Gelegenheit, auch über die Bewegung der Erde nachzudenken.“ So hat alſo Copernicus ſelbſt geſtanden, daß er nicht der Erfinder ſeiner Hypotheſe ſei, denn die erwähnten Stellen genügten, ihn zu leiten, wenn er auch noch ſo manche andere nicht kannte (z. B. Diog. Laert. VIII, 85, Plut. in Numa. Archimed. in Arenario. Plut. quaest. Plat. 7.), denen zufolge Philolaus von Kroton, Archytas und Timäus von Lokri und ſpäterhin der berühmte Ariſtarch von Samos nicht bloß die Umdrehung der Erde um ſich, ſondern auch die fortſchreitende Bewegung derſelben um die Sonne bereits gelehrt haben ſollen.

Etwa im Jahr 1507 begann Copernicus ſeine Gedanken niederzuſchreiben. Zugleich unternahm er ſelbſt Beobachtungen, die er mit denen der Alten verglich. Er wollte nach des Ptolemäus Beiſpiel einen Quadranten gebrauchen, um die größte und geringſte Sonnenhöhe in den Solſtitien zu beobachten und dadurch die Lage des Aequators, Schiefe der Ekliptik und die Polhöhe ſeines Beobachtungsortes zu beſtimmen. Obgleich er aber die Einrichtung dieſes Inſtruments beſchreibt, ſo findet ſich doch nicht, daß er Gebrauch von demſelben gemacht habe. Vielleicht fand er folgende andere Inſtrumente zum Gebrauch bequemer: Er verfertigte ſich mit eigner Hand die ſogenannten Ptolemäiſchen Regeln, ein jetzt nicht mehr übliches Inſtrument (das in Weidler de mechanica astronomiae medii aevi. Vitemb. 1742 beſchrieben iſt) aus Tannen-

Digitized by Google

holz; die längſte derſelben, mit Tintenſtrichen in 1414 gleiche Theile getheilt, diente als Sehne eines rechten Winkels, von deſſen beiden Schenkeln jeder 1000 eben ſolche Theile enthielt. Ob er ſich auch Armillen verfertigt habe, iſt ungewiß, da er zwar ihre Einrichtung beſchreibt und Anleitung zu ihrem Gebrauch bei Anfertigung eines Fixſternkatalogs giebt, aber die Fixſterne nicht nach eigener Beobachtung, ſondern nach dem Ptolemäus angiebt. Sicherer iſt es, daß er ſich einen radius astronomicus verſchafft habe, um die Abſtände der Sterne von einander zu meſſen. Den Abſtand zwiſchen den Wendekreiſen fand er 46° 57′, weniger eine Fünftelminute, alſo die Schiefe der Ekliptik 23° 28′ 4″. Die Höhe des Aequators fand er aus denſelben Beobachtungen für Frauenburg 35° 40′ 5″ und berechnete danach ſeine Polhöhe zu 54° 19′ 5″. Daß er bei dieſen Beobachtungen ſich durch Nichtbeachtung der ſtarken Refraction beim Winterſolſtitio geirrt habe, bemerkte ſchon Tycho's Schüler, Elias Olaus.

Aus Sonnen- und Mondfinſterniſſen, die von ihm zu Frauenburg und von ſeinen ehemaligen Mitſchülern zu Krakau beobachtet wurden, fand er, daß Krakau, ſowie auch Dyrrhachium in Makedonien, unter einerlei Meridian liege, und reducirte darum ſeine Beobachtungen auf des bekanntern Ortes Krakau Meridian, welchen er eine Stunde vom alexandriniſchen verſchieden ſetzte. Er beobachtete nun alle Planeten mit Ausnahme des Mercur, den er nie zu ſehen bekam, was er den aus der Weichſel aufſteigenden Nebeln zuſchrieb. Indeß konnten ſeine Beobachtungen ſchon deßhalb keinen Werth haben, weil ſeine Inſtrumente auf das Roheſte verfertigt waren, was ſich beſonders ergab, als die Domherrn zu Frauenburg die ptolemäiſchen Regeln, deren ſich Copernicus bei ſeinen Beobachtungen bediente, dem großen Tycho de Brahe ſchenkten.

Vom Jahre 1516 an legte ſich Copernicus beſonders auf Beobachtungen des Mondes, um deſſen Umlaufszeiten genauer zu beſtimmen, wozu ihn die auf dem lateraniſchen Concilium in Anregung gebrachte Kalenderverbeſſerung veranlaßte. Die im Lateran verſammelten Väter hatten eine eigene Congregation zu dieſem Zwecke ernannt, deren Vorſteher den Copernicus in einem Briefe um Rath fragte und ihn dringend erſuchte, durch ſeine Kenntniſſe und Geſchicklichkeit das Vorhaben zu unterſtützen. Dieſem Briefe war ein Schreiben des zum Geheimſchreiber der damaligen Kirchenverſammlung erwählten Bernhard Scultetus, Decans der ermländi-

Digitized by Google

schen Kirche, eines Freundes von Copernicus, beigefügt, welches dieselbe Bitte enthielt. Dennoch nahm Copernicus Anstand, etwas von seinem System mitzutheilen, das er selbst für unreif hielt, versprach jedoch nach Kräften zu dem wichtigen Vorhaben mitzuwirken. Die Kalenderverbesserung, deren Nothwendigkeit man schon lange gefühlt und bereits auf den Concilien zu Constanz und Basel besprochen hatte — auch Regiomontan war ja schon zu diesem Zweck von Sixtus IV. nach Rom berufen — unterblieb zwar damals und wurde erst später von Gregor XIII. auf Grundlage der alfonsinischen Jahresform durchgeführt (s. Clavii explicatio Calendarii Gregoriani cap. 5. 6.), allein Copernicus hatte doch einen Antrieb erhalten, die Jahres- und Monatslängen genauer zu beobachten, wie er in der Vorrede zu seinem Werke de revolutionibus selbst gesteht.

Dieses Werk mochte im Jahre 1530 fertig sein, allein Copernicus zögerte mit der Herausgabe, obwohl sich der Ruf von seinem neuen Systeme schon über die ganze gelehrte Welt verbreitet hatte. Er fürchtete mit Recht, daß man seine Anschauung von der Bewegung der Erde für eine Abgeschmacktheit halten möchte, daher er nur seinen Freunden im Vertrauen Mittheilungen machte. So erhielt z. B. der Cardinal Nicolaus Schönberg schon im Jahre 1536 eine Abschrift des vollständigen Werks.

Drei Jahre später kam der wittenberger Professor Georg Joachim Rhäticus nach Preußen, um von Copernicus selbst zu lernen. Rhäticus war ein stürmischer junger Mann, den die kirchliche Reformation noch mehr anregte, auch in andern Dingen der Reform zu huldigen. Nachdem er drei Monate in Frauenburg gewesen war, gab er seinem ehemaligen Lehrer, dem Mathematikus Johann Schoner in Nürnberg, genauere Nachricht über das neue System in Form eines langen Briefes, der bald nachher unter dem Titel: narratio prima, im Druck erschien. Eine narratio secunda war zwar von Rhäticus versprochen, erschien aber nicht, weil sich nun Copernicus, damit ihm nicht etwa sein Verdienst entrissen werde, zur Herausgabe seines eignen Werks entschloß, obwohl sich der Spott schon aufmachte und Comödienschreiber ihn sogar auf die Bühne brachten. Manche behaupten zwar, es habe auch jetzt noch der Zuredung bedurft, und Gartz erzählt in Erschs und Grubers Encykl. Art. Copernicus: „Copernicus entschloß sich daher endlich, nur, um den Wünschen seiner Freunde zu genügen und der Welt

Digitized by Google

wenigſtens den unmittelbaren Nutzen, den ihr ſein Werk bringen könnte, nicht zu entziehen, Tafeln nach den von ihm gefundenen Elementen zu berechnen und dieſelben, jedoch ohne alle Erläuterungen und Beweiſe bekannt zu machen. Der eigentliche Kenner werde dann ſchon, hoffte er, aus den Tafeln die Gründe, worauf ſie beruhten, abnehmen, jeder Andere aber wenigſtens die Oerter der Himmelskörper nach ihnen berechnen können. Damit waren aber ſeine Freunde, vorzüglich der Biſchof von Culm, Tiedemann Gieſe, nicht einverſtanden, ſondern meinten, das Werk würde unvollkommen bleiben, wenn Copernicus nicht, wie Ptolemäus, die Grundlage ſeines Syſtems mit allen daraus zu ziehenden Folgerungen vollſtändig darlegte. Schon bei den alfonſiniſchen Tafeln, ſagten ſie, ſei es ſchwer, eben weil ſie bloß Zahlen enthielten, die zum Grunde liegenden Hypotheſen herauszufinden; wie viel mehr würde dies bei den copernicaniſchen ſein, da dieſe auf Vorausſetzungen beruhten, die ganz von den bisher gewöhnlichen abwichen. Selbſt wenn ein geſchickter Aſtronom aus ſolchen Tafeln erriethe, daß ſie auf die Annahme gegründet ſeien, die Erde bewege ſich, ſo würde er dieſe Annahme, wenn ſie ſo ohne weitern Beweis daſtände, immer zu verwerfen geneigt ſein. Auch ſei es jedem denkenden Menſchen unangenehm, wenn aſtronomiſche Tafeln, wie die alfonſiniſchen, bloße Zahlen enthielten, welche man auf Treue und Glauben annehmen müßte, ohne zu wiſſen, wie ſie gefunden ſeien. Der Spott über das ſchon ruchbar gewordene neue Syſtem würde am Beſten durch eine vollſtändige Bekanntmachung der Gründe dieſes Syſtems zum Schweigen gebracht werden.“

Kurz, Copernicus entſchloß ſich, ſein Werk drucken zu laſſen und übergab es an Gieſe, dem er es überließ, die Herausgabe nach Willkür zu veranſtalten. Dieſer ſandte es ſogleich nach Sachſen an Rhäticus, mit welchem er ſchon Verabredung getroffen hatte. Rhäticus war aber der Meinung, das Werk könne nirgends beſſer, als in Nürnberg, dem damaligen Hauptſitze des deutſchen Buchhandels, herausgegeben werden; ſei es ihm auch nicht möglich, ſelbſt dort zu ſein und die Aufſicht über den Druck zu führen, ſo würden dies doch ſeine gelehrten Freunde in Nürnberg, Schoner, Oſiander u. A. gern übernehmen. So geſchah es denn, daß Andreas Oſiander Herausgeber des Werks wurde. Er nannte ſich zwar nicht, ſuchte aber in einer Vorrede die Vorurtheile der Zeitgenoſſen mit dem neuen Syſteme gleichſam zu verſöhnen. Das Buch er-

Digitized by Google

schien unter dem Titel: Nicolai Copernici, Torinensis, de revolutionibus orbium coelestium libri VI, in quibus stellarum et fixarum et erraticarum motus ex veteribus atque recentibus observationibus restituit hic autor. Praeterea tabulas expeditas luculentasque addidit, ex quibus eosdem motus ad quodvis tempus Mathematum studiosus facillime calculare potest. Norimbergae 1543. Fol. Nachgedruckt wurde das Werk zu Basel 1566 und cum annotationibus Nic. Mülleri zu Amsterdam 1617.

Kurz vor beendigtem Druck erkrankte der 70jährige Copernicus. Bald lähmte ein Schlagfluß seine rechte Seite; sein Gedächtniß und seine übrigen Geisteskräfte wurden schwach, und am 24. Mai 1543 verschied er. Wenige Stunden vor seinem Tode wurde ihm das erste, so eben angekommene Exemplar seines Werks überreicht.

Im Dome zu Frauenburg, vor dem Altare, wo er Messe zu lesen pflegte, ist Copernicus begraben. Dort ließ der 36 Jahre nach seinem Tode zum ermländischen Bischof erwählte Geschichtschreiber Polens, Martin Cromer, eine marmorne Platte mit einer Inschrift legen, welche jedoch jetzt nicht mehr vorhanden sein soll. Auch Melchior Pyrnesius, ein Arzt zu Thorn, errichtete seinem berühmten Landsmanne in der dortigen Johanniskirche ein Denkmal, woran jedoch mehr der gute Wille, als die Ausführung zu loben ist. Fürst Jablonowsky, welcher sich zu Kästners Zeit in Leipzig aufhielt, sandte eine Büste des Copernicus nach Thorn, wo sie aber nicht gefiel und darum nicht öffentlich aufgestellt wurde. Ein in neuester Zeit dem Copernicus in Thorn gesetztes Denkmal hätten wir lieber ganz übergehen sollen wegen der Veranlassung, die es hervorrief. Möge diese Veranlassung auch lieber der Welt ein Geheimniß bleiben.

Was nun das Werk des Copernicus betrifft, so gibt es im ersten Buche eine Uebersicht des ganzen Systems. Er trägt hier seine nach scholastischer Metaphysik schmeckenden Gründe für die Kugelgestalt des ganzen Weltgebäudes, so wie der Erde und jedes Himmelskörpers insbesondere vor, wobei er auch den später von Newton weiter ausgeführten Lehrsatz von der allgemeinen Schwere vorträgt. Dann spricht er von der Möglichkeit, daß die Erde sich bewege, und will beweisen, daß sich leichter die Bewegungen der Himmelskörper erklären ließen, wenn man annehme, die Sonne befinde sich im Mittelpunkt aller Planetenbahnen, und um sie bewege

Digitized by Google

sich zuerst Mercur, weiterhin Venus, dann die Erde mit ihrem Monde, in größerer Entfernung Mars, Jupiter und endlich Saturn. Diese Region der Planeten umgebe rings in weitem Abstande die Sphäre der Fixsterne, welche unbeweglich sei, wie die Sonne. Was für eine Vorstellung Copernicus von den Fixsternen gehabt habe, läßt sich aus seinem Werke nicht deutlich erkennen, da dasselbe nur von dem Sonnengebiete handelt. Nur sagt er, daß selbst der Durchmesser der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixsterne verschwinde. Ihrer Vertheilung im Raume gibt er die Kugelgestalt, nimmt also wohl an, daß sie alle in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte zu denken seien. Folglich konnte er auch wohl an die später erträumte Erhabenheit des Fixsternhimmels noch nicht denken. Uebrigens bedient er sich der Fixsterne nur als fester Punkte, um die Bewegung der Planeten zu bestimmen. — Die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne gibt er so an: Mercur 80 Tage, Venus 9 Monate, Erde mit dem Monde 1 Jahr, Mars 2 Jahr, Jupiter 12 Jahr, Saturn 30 Jahr. Man sieht also, daß seine Bestimmungen ungemein roh waren und auf Genauigkeit nicht den entferntesten Anspruch machen konnten. Wie verworren Copernicus in seinen Ansichten war, wie sehr es ihm an der Fähigkeit mangelte, sich irgend welche klare Vorstellungen zu machen, das geht zur Genüge aus der dreifachen Bewegung hervor, welche er der Erde zuschreibt, nämlich: 1) eine Bewegung um ihre eigene Axe, woraus er die tägliche Bewegung der Himmelskörper als eine scheinbare erklärt; 2) eine Bewegung in ihrer jährlich zu durchlaufenden Bahn um die Sonne, woraus er das scheinbare Fortrücken der Sonne in der Ekliptik und die wechselnde Erscheinung der Rechtläufigkeit, des Stillstandes und der Rückläufigkeit der Planeten erklärt; 3) eine Bewegung der Erdaxe, wodurch dieselbe stets sich selbst parallel erhalten werde. Diese dritte Bewegung ist das Einzige, was an dem copernicanischen Systeme Neues ist, aber auch so abgeschmackt, daß schon seine nächsten Nachfolger sie aufgaben. Um nämlich den Kreis (die Ekliptik) zu erklären, welchen die Sonne bei ihrem jährlichen Umlaufe um die Erde beschreibt, muß man nach dem Copernicanischen Systeme annehmen, die Erdaxe neige sich (s. Fig. 1.) unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^{o}$ gegen die Ebene der Erdbahn und behalte während des ganzen Umlaufs um die Sonne stets dieselbe Neigung, bleibe also in allen Punkten der Bahn sich selbst parallel. Wir können uns diese Theorie

Digitized by Google

verſinnlichen, indem wir ein Licht als die Sonne annehmen und nun einen Globus in der Art um dieſelbe führen, in welcher ſich die Erde um die Sonne bewegen müßte, wenn die Abwechslung der Jahreszeiten nach dem copernicaniſchen Syſtem möglich werden ſoll. Auf Fig. 1. ſehen wir in der Mitte bei S die Sonne. Der punktirte Kreis bezeichnet die Erdbahn und die Pfeile geben die Richtung des Erdumlaufs an. Die Erde ſehen wir am 21. März bei A, am 21. Juni bei W, am 23. September bei B, am 21. December bei O. Die kleinen Pfeile in den Erdkugeln bezeichnen die Richtung der täglichen Axendrehung der Erde von Weſten nach Oſten. Von den Linien, welche die Erdkugeln durchſchneiden, bezeichnen aa den Aequator, kk den nördlichen, ss den ſüdlichen Wendekreis, NS die Erdaxe. Dieſe Erdaxe, deren Nordpol mit N, und deren Südpol mit S bezeichnet iſt, erſcheint im März der Sonne weder zu-, noch abgekehrt. Dann kreiſt der Erdäquator ſenkrecht unter der Sonne, die im Himmelsäquator erſcheint. Sie ſcheint alſo von einem Pole bis zum andern, und ein Meridian bildet zu jeder Seite die Erleuchtungsgränze. Aller Orten iſt daher Tag und Nacht gleich, indem jeder Ort 12 Stunden im Sonnenſchein den Tagesbogen, 12 Stunden ohne Sonnenſchein den Nachtbogen ſeines 24ſtündigen Parallelkreiſes beſchreibt. Der Aequator hat Sommer, die nördliche Erdhälfte Frühling, die ſüdliche Herbſt. Vom März bis zum Juni wendet ſich allmälig der Nordpol der geneigten Erdaxe gegen die Sonne; die ganze nördliche Halbkugel neigt ſich zu ihr, bis die Sonne am 21. Juni, am längſten Tage für die nördliche Erdhälfte, ſenkrecht über dem nördlichen Wendekreis zu ſtehen kommt. Die nördliche Erdhälfte hat nun Sommer, die ſüdliche Erdhälfte Winter. Vom Juni bis September kehrt die Erdaxe wieder in eine ſolche Lage zurück, daß ſie der Sonne weder zu-, noch abgekehrt iſt, daher die Erde am 23. September wie am 21. März erleuchtet iſt. Die Sonne ſteht wieder ſenkrecht über dem Aequator, welcher zum zweiten Male Sommer hat, während auf der nördlichen Erdhälfte der Herbſt, auf der ſüdlichen der Frühling beginnt. Vom September bis zum December wendet die Erdaxe mehr und mehr ihren Südpol gegen die Sonne, ſo daß dieſe am 21. December ſenkrecht über den Wendekreis des Steinbocks zu ſtehen kommt. Dann iſt in Allem das Gegentheil von der Erleuchtung am 21. Juni eingetreten. Der Südpol iſt erleuchtet und der Nordpol hat ſeine lange Nacht. Die nördliche Erdhälfte be-

Digitized by Google

kommt Winter und die südliche Sommer. Vom December bis zum März kehrt darauf die Erdaxe in ihre frühere Stellung zurück. Versinnlichen wir uns nun diesen Erdumlauf noch mehr, indem wir an die Stelle von S ein Licht setzen und eine Erdkugel in der Weise um dasselbe führen, wie sich nach Fig. 1. die Erde mit geneigter Axe um die Sonne bewegt, so werden wir sehen, daß die Erdaxe ganz von selbst sich stets parallel bleibt und Copernicus also, wenn er noch eine besondere Bewegung der Erdaxe zu diesem Zweck annahm, folglich selbst keine klare Ansicht des von ihm erneuerten Systems hatte.

Den Rest des ersten Buchs nimmt eine Anleitung zur ebenen und sphärischen Trigonometrie ein, welche schon früher von Rhäticus einzeln und besonders herausgegeben war.

Im zweiten Buche handelt Copernicus von den Kreisen an der Himmelskugel, von deren Lagen gegen einander, von den Theilen des Tages und der Nacht, vom Aufgange und Untergange der Gestirne u. s. w. Alles das sind vollkommen werthlose Sachen, die nur von breiter Geschwätzigkeit, aber weder von Kenntnissen, noch Geist zeugen. Am Schluß giebt er ein Fixsternverzeichniß, das aber ebenfalls ohne Verdienst ist, da es nur das ptolemäische, in welchem Copernicus, des Vorrückens der Nachtgleichen halber, die Länge jeden Sterns um 6° 40′ vermindert hat.

Im dritten Buche wird der jährliche Umlauf der Erde um die Sonne und der Unterschied des tropischen und siderischen Sonnenjahrs näher betrachtet. Um das Vorrücken der Nachtgleichen zu erklären, giebt Copernicus der Erdaxe noch eine Bewegung von sehr langer Periode, vermöge welcher der Weltpol einen Kreis um den Pol der Ekliptik beschreibt, und beginnt damit die lange Reihe unbegründeter und zum großen Theil unbegreiflicher Annahmen, welche das von ihm erneuerte System veranlaßt hat. Da er jedoch aus Vergleichung der in verschiedenen frühern Jahrhunderten angestellten Beobachtungen, denen er freilich eine größere Genauigkeit beimaß, als sie besitzen, eine Ungleichförmigkeit in jenem Vorrücken zu bemerken glaubte, und zugleich wahrnahm, daß die Schiefe der Ekliptik sich geändert habe, so legte er der Erdaxe noch eine Libration bei, und nahm darum außer dem wahren Weltpole noch einen mittlern an, um welchen der wahre Weltpol sich in einer gewundenen Linie (etwa von der Form ∞) bewege.

Digitized by Google

Im vierten Buche trägt Copernicus seine Theorie des Mondes, im fünften und sechsten die der übrigen ihm bekannten Planeten vor.

Die Ansichten über das copernicanische System sind sehr verschieden. Der große Haufe glaubt freilich an dasselbe, wie an ein Evangelium, obgleich in den populären Lehrbüchern meist nur ein einziger Beweis für dasselbe enthalten ist, nämlich der von der Trüglichkeit des Scheins entlehnte. Man liest in solchen Büchern etwa: „Wenn wir uns auf einem Schiffe befinden und dem Ufer entlang fahren, so wird es uns scheinen, als ruheten wir und eilte dagegen das Ufer an uns vorüber. Das ist aber eine scheinbare Bewegung, eine Sinnentäuschung, und eben so täuschen wir uns, wenn wir glauben, daß die Sonne unsre Erde umkreise, denn wir fühlen die Bewegung der Erde nicht.“ Fürwahr, eine treffliche Logik! Aber auch in den Schulen wird gewöhnlich nur dieser angebliche Beweis vorgetragen, daher von Raumer (Kreuzzüge S. 119) sagt: „Jetzt lehrt freilich jeder Dorfschulmeister nach Hörensagen, die Erde bewege sich um die Sonne, ohne auch nur entfernt daran zu denken, sich und seine Schüler abzumühen, die planetarischen Bewegungen zu begreifen. So leicht machten es sich freilich die großen Geister der frühern Zeit, wie Tycho Brahe, Riccioli, Baco nicht.“ Copernicus selbst hatte auf diesen leichten Weg der Beweisführung schon hingewiesen, indem er (s. Gassendi institutt. astr. lib. III., c. 3) sagte, man dürfe den Sinnen nicht trauen, denn Aristoteles selbst sei Gewährsmann, daß es, um eine Sache in Bewegung zu sehen, gleichgiltig sei, ob sie selbst oder das sehende Auge sich bewege, und den von einem Hafen Auslaufenden schiene das feste Land zurückzuweichen, daher auch der Dichter gesagt habe:

„Provehimur portu; terraeque urbesque recedunt.“

Also, wenn hier der Schein trügt, so muß er überall trügen!

Indeß hat die gelehrte Welt allerdings andere Beweise für das copernicanische System, und wir werden dieselben in spätern Vorlesungen kennen lernen und einer strengen Prüfung unterwerfen. Nur darauf machen wir schon jetzt aufmerksam, daß man sich nicht von den prahlerischen Versicherungen täuschen lassen darf, welchen man in so manchen Werken begegnet. So sagt z. B. Mädler (popul. Astronomie, S. 47): „Das copernicanische System ist die

Digitized by Google

einzig mögliche Grundlage aller weitern Fortschritte in der Astronomie, und bei dem gegenwärtigen Stande derselben ist für den Kenner derselben kein Zweifel mehr denkbar. Alle Einwürfe, welche sowohl Copernicus sich selbst, als seine Nachfolger dagegen machten, sind vollständig aufgelöst, gehoben und in eben so viele Beweise des Systems verwandelt — das echte Kennzeichen der Wahrheit.“ Allein Mädler ist mit dieser Versicherung zu weit gegangen. Er hat übersehen, daß man — wie wir in der Folge sehen werden — die offenbarsten Gegenbeweise des copernicanischen Systems zu Beweisen desselben machte, weil man die unnatürlichsten und gezwungensten Erklärungen ersann, weil man blindhin glaubte, weil man die Vernunft gefangen gab. Man hat die verdrehtesten Folgerungen aus dem copernicanischen Systeme ernsthaft hingenommen und nicht sehen wollen, wie die ganze Astronomie dadurch zu einem Labyrinth geworden ist.

Uebrigens nimmt jeder wahre Astronom das copernicanische System nur als eine Hypothese an — als eine Voraussetzung, für die er keine Beweise hat. Leider werden aber Folgerungen aus jener Hypothese gemacht, und diese Folgerungen dann als ausgemachte Wahrheiten hingenommen und ohne daran zu denken, daß man zuvor die Wahrheit der Hypothese beweisen müsse, um die Wahrheit der Folgerungen als erwiesen hinnehmen zu können.

Von den Einwürfen, welche man in den ersten Zeiten nach Copernicus gegen dessen System machte, können wir schweigen, da sie das Gepräge der Unkunde jener Zeiten tragen. Die Punkte, in denen Copernicus die Fehler der frühern Systeme beibehalten hatte, wurden von jenen Gegnern nicht einmal angegriffen. So übersah man es, daß Copernicus die excentrischen Kreise und zum Theil auch die Epicykten des ptolemäischen Systems beibehalten hatte! Manche seiner Gegner gaben sich auch wohl nicht einmal die Mühe der Prüfung, sondern nannten sein System a priori absurd, gotteslästerlich, schriftwidrig ꝛc. Vor dieser Classe der Gegner scheint auch Copernicus bereits Furcht gehabt und nur in Folge dieser Furcht den kecken Entschluß gefaßt zu haben, sein Werk dem Papste (damals Paul III.) selbst zu widmen, und sich dabei so zu benehmen, als gehe seine Neuerung die Bibel nichts an. So sagte er in der Dedication an den Papst unter andern die geharnischten Worte: „Sollten vielleicht einige thörigte Schwätzer (*ματαιόλογοι*) sein, welche, da sie durchaus nichts von mathema-

Digitized by Google

tiſchen Dingen verſtehen, doch ſich ein Urtheil über dieſelben anmaßen, und wegen irgend einer Schriftſtelle, die ſie böslich nach ihrer Abſicht verdrehen, es wagen, mein Werk zu tadeln und zu verfolgen, ſo kümmere ich mich um ſolche nicht und verachte ihre Meinung, weil ſie dummdreiſt iſt."

Und Copernicus ſiegte durch ſeine Keckheit; er ſiegte um ſo leichter, als er gerade in der Zeit reformatoriſcher Beſtrebungen lebte, in einer Zeit, in welcher man zu allen Umſtürzungen geneigt war, die Naturwiſſenſchaften aber auf der denkbar niedrigſten Stufe ſtanden.

Fünfte Vorleſung.

Tycho Brahe.

Des Copernicus nächſte Nachfolger waren nicht von Belang. Der ſchon erwähnte Wittenberger Profeſſor Rhäticus (1514—1572) vervollkommnete die Rechnungsmethode und bearbeitete insbeſondere die Trigonometrie für aſtronomiſche Probleme. — Peter Apianus (Bienewitz) zu Ingolſtadt war ein tüchtiger praktiſcher Beobachter. Er bemerkte, daß die Kometenſchweife ſtets nach der von der Sonne abgekehrten Seite gewendet wären und konnte ſich mit dem Syſtem des Copernicus nicht befreunden. — Reinhold (1511 — 1553) glaubte, daß die Geſtirne elliptiſche Bewegungen hätten, vermochte aber ſeiner Sache nicht ganz klar zu werden. — Hommel in Leipzig erfand die Transverſallinien, welche Tycho zuerſt für aſtronomiſche Inſtrumente anwandte, und der Portugieſe Nunez den Nonius, ſo wie er auch die Aufgabe löſte, den Tag der kürzeſten Dämmerung zu finden. Statt der bisher angewandten hölzernen Inſtrumente begann man um dieſe Zeit metallene zu machen, zu denen man das Meſſing verwandte, welches von Ebner in Nürnberg vor nicht langer Zeit erfunden war. — Landgraf Wilhelm IV. von Heſſen ließ in Kaſſel eine prächtige Sternwarte bauen und beobachtete auf ihr mit Rothmann und Juſtus Byrg. Dieſer Letztere, ein Schweizer, hat den Proportionalzirkel erfunden und die Sinus von 2 zu 2 Secunden berechnet, woraus man folgern muß,

Digitized by Google

daß er bereits die Logarithmen kannte, obſchon allgemein angenommen wird, daß dieſe erſt 40 Jahre ſpäter von Neper erfunden ſeien. Aber auch Wilhelm IV. ſelbſt war ſo thätig, daß er ſogar Tycho's Eiferſucht erregte. Mehre ſeiner Kometen-Beobachtungen haben noch in der neueſten Zeit zu Berechnungen gedient, und mit ſeinen beiden Gefährten beſtimmte er die Oerter von 900 Sternen, ſuchte auch eifrig nach der Sonnenparallaxe, gelangte aber zu der Ueberzeugung, daß dieſelbe nicht zu finden ſei. Er hatte bereits die Methode, das Paſſageinſtrument in jedem Vertikal zu gebrauchen.

Drei Jahre nach Copernicus Tode, am 14. December 1546, wurde der größte Aſtronom, den die Geſchichte kennt, geboren. Es war das der oben genannte Tycho de Brahe. Geboren zu Knudſtrup in Schonen, welches damals zu Schweden gehörte, ſtammte er aus einer altadlichen Familie, die zwar in Dänemark ausgeſtorben iſt, von der aber noch ein Zweig, der der Grafen Brahe, in Schweden fortlebt. Sein Vater, Otto Brahe, wollte ihn nicht ſtudiren laſſen, aber ſein kinderloſer Onkel, Jörgen Brahe, welcher die großen geiſtigen Anlagen des Knaben erkannte, nahm ihn in ſein Haus und ließ ihn zur wiſſenſchaftlichen Ausbildung vorbereiten. Hier blieb er von ſeinem 7. bis zu ſeinem 13. Jahre, und beſchäftigte ſich beſonders mit der lateiniſchen Sprache, um ſich damit für das Studium der Rechte, dem er gewidmet war, vorzubereiten. Im Jahr 1559 wurde der 13jährige Knabe nach Kopenhagen auf die Univerſität geſchickt. Eine große Sonnenfinſterniß, die er hier im Jahr 1560 beobachtete, und die genau zu der von den Aſtronomen vorherverkündeten Zeit eintrat, machte einen tiefen Eindruck auf ſein junges Gemüth und erweckte die Luſt zur Sternkunde in ihm. Im Jahr 1562 ging er nach Leipzig, um dort, nach dem Wunſche ſeines Oheims, ſeine Rechtsſtudien fortzuſetzen, verwendete aber alle Freiſtunden und ſelbſt ganze Nächte auf die Sternkunde, und ſchaffte ſich für ſein Taſchengeld mathematiſche und aſtronomiſche Bücher und Werkzeuge an, gegen das Wiſſen und den Willen ſeines Hofmeiſters, welcher den Auftrag hatte, die Neigung des jungen Mannes zur Sternkunde ſo viel wie möglich zu hemmen.

Der Tod ſeines bisherigen Wohlthäters nöthigte ihn, 1565 nach Dänemark zurückzukehren; allein die Geringſchätzung, mit welcher ſeine Familie auf ſeine aſtronomiſchen Beſchäftigungen blickte,

Digitized by Google

machte ihm den dortigen Aufenthalt unerträglich. Er reiste wieder nach Teutschland, stellte an verschiedenen Orten Beobachtungen an und beschäftigte sich namentlich viel mit Chemie. In Rostock gerieth er auf dieser Reise mit einem dänischen Edelmann über eine mathematische Frage in Streit; die Degen wurden gezogen, und Tycho verlor einen großen Theil seiner Nase, die er durch eine falsche ersetzte.

Als er nach fünfjähriger Abwesenheit zum zweiten Male nach Dänemark zurückkehrte, fand er einen neuen Beschützer in seinem mütterlichen Oheim Steen Bilde, der auch die Kosten zur Erbauung einer Sternwarte bestritt. Der König Friedrich II. von Dänemark wurde auf ihn aufmerksam und bewog ihn, in Kopenhagen Vorlesungen über die Sternkunde zu halten. Zu dieser Zeit heirathete er, ohne sich an die Vorurtheile seines Standes zu kehren, eine Bäuerin aus seinem Geburtsorte, die seine Neigung gewonnen hatte; aber dieser Schritt zog ihm den Haß seiner Familie und anderer Edelleute zu, so daß ihn nur die Gunst des Königs vor Verfolgungen schützen konnte.

Tycho beobachtete einen neuen Stern in der Cassiopeia, der plötzlich am 11. November 1572 erschien. Er untersuchte auf die möglichst vortheilhafteste Weise, ob dieser Stern eine Parallaxe habe, und fand das Gegentheil, woraus er schloß, daß er weiter als Saturn und alle Planeten von der Erde entfernt sein müsse. Den zum größten Theil lächerlichen Meinungen der damaligen Zeiten über diesen Stern trat Tycho mit der ihm eignen Schärfe der Beurtheilung entgegen und zog es vor, ihn genau zu beobachten, die Erklärung der Zukunft überlassend.

Müde der Anfeindungen und Vernachlässigungen in seinem Vaterlande beschloß Tycho, sich in Basel niederzulassen und verließ im Jahr 1575 Dänemark. Allein es kam nur zu einer großen Reise durch Teutschland, die Schweiz und Italien, worauf Tycho 1576 mit vielen Kenntnissen und astronomischen Werkzeugen bereichert, nach Dänemark zurückkehrte. In Teutschland hatte er auch den Landgraf Wilhelm IV. kennen gelernt, der selbst zu den größten Astronomen seiner Zeit gehörte, wie schon bemerkt wurde. Hauptsächlich auf des Landgrafen Empfehlung fand sich der König von Dänemark bewogen, Tycho Brahe von nun an auf das Eifrigste zu unterstützen. Er setzte ihm ein großes Jahrgehalt aus und schenkte

Digitized by Google

ihm auch die schöne und fruchtbare zwischen Seeland und Schonen gelegene jetzt schwedische Insel Hween, schoß ihm bedeutende Summen zur Erbauung eines großen Schlosses vor und beschenkte ihn später noch mit einem einträglichen Lehn und einem Kanonikat. Mitten auf der Insel, die eine weite und freie Aussicht hat, wurde das Schloß, welches Tycho Uranienburg nannte, erbaut. Es enthielt außer einer prächtigen Sternwarte auch ein großes chemisches Laboratorium, und in der Nähe waren Wohnungen für die fremden Meister, welche seine Werkzeuge verfertigten. Sogar eine Buchdruckerei wurde auf der Insel angelegt.

1580 war der Bau vollendet und nun lebte Tycho hier siebzehn Jahre lang, während welcher Zeit die Insel Hween Hauptsitz der Sternkunde war. Zahlreiche Schüler strömten dorthin, um bei Tycho zu lernen, Gelehrte aus allen Ländern, selbst Fürsten und Könige kehrten dort ein; König Jakob I. von England, der 1590 nach Dänemark reiste, um die dänische Prinzessin Anna zu heirathen, wohnte acht Tage dort. Mitarbeiter, theils zum Beobachten, theils zum Rechnen, wurden von Tycho berufen, und erst von jetzt an betrachtete er seine Arbeiten als probehaltig.

Aber Tycho hatte viele Feinde, denn er war stolz und trotzig, nahm nie und nirgends Rücksichten, verachtete den Adel und die Geistlichkeit, besuchte weder weltliche Versammlungen, noch die Kirche. Man harrte auf eine Gelegenheit, ihn zu stürzen, und diese bot sich dar, als nach dem Tode Friedrichs (1588) der junge König Christian den Thron bestieg. Man suchte Tycho auf jede Art anzuschwärzen, eine Commission sogenannter Sachverständiger, welche den Auftrag hatten, die Sternwarte zu Uranienburg zu untersuchen, erklärten in einem hämischen Bericht, daß die Unterhaltung dieser Anstalt eine nutzlose Verschwendung der Staatsgelder sei. Tycho kämpfte zwar noch eine Zeitlang in Kopenhagen gegen Ränke aller Art, verließ dann aber 1597 sein Vaterland für immer, indem er seine astronomischen Werkzeuge mitnahm. Ein Jahr lang lebte er theils in Rostock, theils in Wandsbeck bei dem Grafen Ranzow, und folgte dann einem Rufe Kaiser Rudolph II., welcher ihm ein Jahrgehalt von 3000 Goldgulden aussetzte und ihm das Schloß Benach bei Prag, dann aber, weil das Schloß unpassend eingerichtet war, ein großes Haus in Prag schenkte. Gewöhnlich wird angeführt, daß Tycho's Prager Sternwarte auf dem Wischehrad gelegen, da dieser freiliegende Berg sich am Besten dazu zu eignen

Digitized by Google

schien. Aber ein Manuskript, welches Mädler 1837 im Prämonstratenserkloster Strahof zu Prag sah, enthält die Notiz, daß Tycho sich über den nächtlichen Chorgesang des Carmeliterklosters beschwerte, welcher ihm bei seinen Beobachtungen hinderlich falle: dieses liegt aber auf dem Hradschin und über $^1/_4$ Meile vom Wischehrad entfernt. Es ist also wahrscheinlich, daß seine Sternwarte gleichfalls auf dem Hradschin lag.

Aber nur zwei Jahre beobachtete Tycho in Prag, wo er an Kepler und Longemontanus Gehilfen fand, denn am 24. October 1601 starb er, 55 Jahr alt, mit dem Ausrufe: „Ich habe nicht umsonst gelebt!" Der Kaiser ließ ihn mit vieler Pracht begraben.

Es ist die einstimmige Meinung Aller, die ein Urtheil in der Sache haben, daß Tycho einer der größten, wo nicht der größte beobachtende Astronom gewesen sei und sehr hoch über Copernicus gestanden habe. Man verdankt ihm die Erfindung des Sextanten, so wie bedeutende Verbesserungen der Meßwerkzeuge, wichtige Entdeckungen in Bezug auf den Mond und die Kometen, so wie er auch unter den Neuern zuerst die Strahlenbrechung bei seinen Rechnungen beachtete. Besonders wichtig ist seine Verurtheilung des copernicanischen Systems, und da er in dieser Hinsicht von den Laien in der Astronomie häufig verkannt wird, selbst Astronomen oft falsch urtheilen, so wollen wir uns die Mühe nicht verdrießen lassen, hier verschiedene gewichtige Zeugnisse über ihn zusammenzutragen, bevor wir zu seinem eignen Systeme und zu den Gründen übergehen, welche er gegen das copernicanische aufstellte.

Da die Copernicaner, denen jedes Mittel recht ist, um die Untrüglichkeit des von ihnen angebeteten Systems zu beweisen, besonders gern auch die negative Beweisführung anwenden, indem sie Tycho in einem falschen Lichte darstellen und behaupten, daß er aus unreinen Gründen und wider sein besseres Wissen der Gegner des „großen" Copernicus geworden sei, so theilen wir zunächst einige Auszüge aus dem durch v. Gehren verfaßten Artikel „Brahe" in Ersch' und Grubens Encykl. Sect. I., Bd. XII. mit:

„Die Wissenschaft der Astronomie, die bis zu seiner Zeit einem wenig bebauten Felde glich, erhob Tycho zu einem Grade der Zuverlässigkeit, des weiten Umfangs und zugleich der Nutzbarkeit für den Menschen, den sie vor ihm nicht erreicht hatte und über welchen hinaus nach ihm nur wenige sie geführt haben. Im Jahr

Digitized by Google

1582 erfand er das System von dem Stande der Erde und der Planeten, das noch jetzt seinen Namen führt. Im Jahr 1586 bestimmte er den Meridian des Planeten Mars, dessen Richtigkeit von Einigen bezweifelt, von Andern vertheidigt wird. Ihm verdankte Kepler hauptsächlich seine Bildung, und durch diesen wurde Newton auf die Bahn geführt, die er mit so großem Ruhme wandelte, so daß es nicht zu viel ist, wenn man behauptet: ohne Tycho Brahe würde es schwerlich einen Kepler, schwerlich einen Newton gegeben haben, und die ganze Astronomie, bei deren Anbauung er zwischen dem System der Alten und dem des Copernicus einen seinem Zeitalter angemessenen Mittelweg einschlug, würde ohne ihn wahrscheinlich noch lange nicht die geworden sein, die sie ist. De la Lande nennt ihn den größten Sternkundigen, auf dessen Beobachtungen Kepler alle seine Meinungen, Tafeln und Entdeckungen gründete. Bailly nennt ihn sogar einen Verbesserer des Copernicus, der das Verzeichniß der Fixsterne vervollständigte, die Grundlinien zur Theorie des Mondes entwarf, die Wirkung der Strahlenbrechungen zuerst bestimmte, die Elemente zur Theorie der Kometen aufstellte u. s. w. Außerdem besaß er auch seltene Kenntnisse in der Arzneikunst und der Chemie. In allen diesen Wissenschaften war er meist sein eigener Lehrer gewesen, so wie er sich auch die meisten seiner Instrumente nach seiner eigenen Erfindung selbst anfertigte oder von Andern verfertigen ließ. — Als Mensch spricht fast Alles, was man von ihm weiß, sehr zu seinem Vortheil. Schon seine Gesichtszüge auf der Abbildung, welche Philander von der Weißtritz (so nannte sich der Herausgeber, ein vormaliger Copenhagener Buchhändler Mengel) der Lebensbeschreibung von ihm vorausgesetzt hat, nehmen für ihn ein und verrathen den selbst- und tiefdenkenden, aber auch den geraden, offenen und ehrlichen Mann. So wie seine Heirath zum Beweise dienen kann, daß er echten Menschenwerth nicht bloß an sogenannten Geburtsadel knüpfte; so betrachtete er auch die Gelehrsamkeit selbst und den bloßen Titel eines Gelehrten nicht als unzertrennlich verbunden. (Als ihm einst unter vielen andern jungen Studirenden, die ihm aus weiter Ferne zugeschickt wurden, auch der Sohn des Professor Victorin Schönfeld aus Marburg als Schüler angetragen und zu dessen Empfehlung geschrieben wurde: „er sei bereits Magister der freien Künste," so nahm er ihn zwar an, bemerkte jedoch in seiner Antwort: „ob er Magister der freien Künste geworden, oder nicht,

Digitized by Google

das ist mir gleichgiltig. Ich wünsche mehr, daß er ein solcher wäre, als daß er ein solcher heiße. Da jenes schwer ist, so würde sich der junge Mann schicklicher einen Lehrling der freien Künste nennen.“) — Ein stilles, häusliches, den Wissenschaften gewidmetes Leben galt ihm mehr, als alle lärmenden Vergnügungen und das Geräusch der großen Welt. Von seinen 6 Kindern widmete er, ganz im Widerspruch mit den Vorurtheilen des Adels seiner Zeit, die beiden Söhne den Wissenschaften, die vier Töchter der Spindel und der Nadel. Als Arzt half er einer großen Menge von Kranken mit eben so großer Bereitwilligkeit, wie Uneigennützigkeit. Erweckte sein etwas geringschätziges Betragen gegen die Priester, seine wenige Theilnahme am Cultus, seine mangelhafte Sorgfalt für die Kirchen, deren Patron er war, die Meinung, daß er kein warmer und aufrichtiger Verehrer der Religion war, so ist so viel gewiß: der ungeläuterte und illiberale Religionsglaube seiner Zeit und das bloß ceremonielle Kirchenwesen that seinem hellen Geiste und warmen Herzen kein Genüge; er wünschte den damaligen protestantischen Theologen mehr echtprotestantischen Sinn; der Exorcismus bei der heiligen Taufe war ihm anstößig und dessen eigenmächtige Auslassung gehörte — ob man ihm gleich bald genug darin nachfolgte — mit zu den bestimmten Vorwürfen, die ihm bei seiner Vertreibung aus Dänemark gemacht wurden. Daß er aber dem allen ungeachtet ein sehr herzlicher und thätiger Verehrer der Religion war, das beweist sein ganzer Lebenswandel; das bezeugt die tiefe Ehrfurcht, womit er immer von Gott und Jesu redete; dafür spricht insbesondere die Art, wie er seine Lieblingswissenschaft, die Himmelskunde, stets auf des Himmels Schöpfer bezog und keinen andern letzten Zweck derselben anerkannte, als die Lobpreisung und Verherrlichung der Gottheit. In religiöser, wie in jeder andern Hinsicht hatte und befolgte er den schönen Wahlspruch: „potius esse, quam haberi,“ „lieber sein, als scheinen.““

Wir lesen ferner in Grundtwig's „Uebersicht der Weltchronik, vornehmlich des lutherischen Zeitraums,“ aus dem Dänischen von Dr. Volkmann. Nürnberg 1837: „Wie groß Tycho Brahe's Kunde des Himmelslaufs war, das wird wohl die Folgezeit lehren müssen; denn noch ist sein Meister nicht erschienen, und daß seine Schüler der Sonne geboten haben, stille zu stehen, und der Erde, nach ihrem Kopfe von Westen nach Osten zu laufen, zeigt zwar, wo sie ihren Verstand haben, aber keineswegs, wo er den seini-

Digitized by Google

gen hatte. Das zeigte er indeß selbst durch die künstliche Himmelskugel, die er fertigte, und wäre sie nicht 1728 (in dem großen Brande Copenhagens) ein Raub der Flammen geworden, so würde es wohl den Astronomen der neuen Zeit Kopfbrechen genug gekostet haben, sie nicht nur zu verstehen, sondern ein Gegenstück hervorzubringen, das den Lauf der Erde in ihrem Gehirn abbildete. Leichter würde es gewiß einem Astronomen sein, aus Tycho's Schriften ein Bild zusammenzusetzen und es von den Künstlern unsrer Tage ausführen zu lassen; eine Arbeit, die vielleicht die Wissenschaft mehr fördern würde, als alle Beobachtungen und Berechnungen, die von dem Vorurtheile ausgehen, daß die copernicanische Hypothese, die Brahe wohl kannte, und, sicher nicht aus religiöser Bedenklichkeit, verwarf, unfehlbar sein müsse, weil sie den Worten der Bibel, dem gesunden Sinne und dem geraden Auge widerspricht."

Ferner sagt v. Littrow (in Whewels Geschichte der inductiven Wissenschaften ꝛc. Aus dem Englischen mit Anmerk. übers. 1842) über Tycho: „Er brachte es in der Astronomie am Weitesten und hat überaus viel zur Verbesserung dieser Wissenschaft beigetragen."

Und Bessel: „Tycho de Brahe hatte die wahre Philosophie; er wußte, daß, wenn die Astronomie in Ordnung gebracht werden sollte, man erst wissen müsse, wie denn eigentlich die Bewegung der Sonne und der Gestirne am Himmel geschehe. Um zu dieser Kenntniß zu gelangen, unternahm er eine große Anzahl sehr sorgfältiger Beobachtungen, auf welche alle spätern Astronomen gebaut haben. Man hatte bis in das sechszehnte Jahrhundert nur die Sternverzeichnisse der Alten; als aber Tycho die ganze Astronomie in Ordnung brachte, lieferte er auch zahlreiche Verzeichnisse." — „Durch Tycho de Brahe, der wohl mit Recht den Namen eines Königs unter den Astronomen führen darf, ward die Astronomie zu einer vorher nicht geahnten Zuverlässigkeit und Bedeutung erhoben."

In Schuberts theoretischer Astronomie S. 6. findet sich folgendes Bekenntniß, welches zugleich sehr geeignet ist, den gedankenlosen Enthusiasmus für Copernicus herabzustimmen: „Die Stellen der alten Schriftsteller, aus denen Copernicus nach seinem eignen Geständniß die Kenntniß von der Einrichtung des Sonnensystems schöpfte, finden sich in mehren Schriften gesammelt. Das sogenannte ägyptische System stimmt in Absicht auf die zwei untern Planeten" — Venus und Merkur — „mit dem tychonischen und

Digitized by Google

dem copernicaniſchen völlig überein, und erklärt das Stillſtehen und Zurückgehen dieſer Planeten durch ihre Bewegungen um die Sonne. Dieſe Erklärung iſt zu einfach und zu ſchön, als daß ſie ein denkender Kopf, wie Copernicus, nicht hätte benutzen ſollen. Es ſcheint aber nicht immer bemerkt zu ſein, daß das ägyptiſche Syſtem gar nicht oder höchſtens darin von dem ptolemäiſchen Syſtem verſchieden iſt, daß der wahre Ort der Sonne ſtatt des mittlern gebraucht iſt. Es gehörte freilich nicht viel dazu, die Hypotheſe der zwei untern Planeten auch auf die obern auszudehnen. — Die Bewegung der obern Planeten reichte allein nicht hin, ihr Stillſtehen und Zurückgehen, wie bei den untern, zu erklären, wenn nicht zugleich die Sonne oder die Erde ſich bewegte. Copernicus wählte das Letztere, ohne daß er andere Beweiſe dafür hatte, als die Analogie der übrigen Planeten" (wobei alſo doch die Erde erſt als Planet angenommen werden müßte). „Tycho wählte das Letztere, weil er keine eigentlich aſtronomiſchen Gründe ſah, von dem abzugehen, was der Schein ſagt und was uns am Natürlichſten ſcheint. Beide große Männer handelten nach Grundſätzen: der erſtere als Philoſoph, der andere als Aſtronom." (Ein Bekenntniß, daß der wahre Aſtronom die copernicaniſche Hypotheſe nur als philoſophiſches Problem anſehen kann!) — „Zugleich hatte Tycho durch ſeinen Fleiß und ſeine Geſchicklichkeit eine ſolche Reihe genauer Beobachtungen vollendet, daß ein einzelner Menſch im Stande war, daraus die ganze theoretiſche Aſtronomie und alle Geſetze der himmliſchen Bewegungen herzuleiten. Wenn man lieſt, wie oft Kepler dankbar das Glück anerkennt, Tycho's Beobachtungen zu benutzen, wie oft er geſteht, daß er an ſeine wichtigſten Entdeckungen nicht hätte denken können, wenn er ſich nicht bis auf einzelne Minuten auf dieſe Beobachtungen hätte verlaſſen dürfen; wenn man bedenkt, wie unvollkommen vor Tycho die Beobachtungskunſt war, ſo kann man kaum zweifelhaft ſein, wer von Beiden am Meiſten für die Aſtronomie gethan habe, Tycho oder Copernicus."

Der Aſtronom Brandes ſagte geradezu, daß das Syſtem des Tycho mehr Schein der Wahrheit für ſich habe, als das des Copernicus.

Der Illuſtrirte Kalender für das Jahr 1855 enthält auf S. 159 die Worte: „In allen Volksſchulen werden zwar die Sätze vorgetragen, welche die Wiſſenſchaft ſeit den Tagen des Copernicus

Digitized by Google

und Kepler festgestellt hat" (sollte wohl heißen: „festgestellt zu haben glaubt"); „allein es bleibt bei einem bloßen Fürwahrhalten auf Grund der Worte des Lehrers. Wäre es den Leuten deutlich, daß dieses System auf einer so festen Grundlage beruhe, wie der Satz, daß $2 \times 2 = 4$ ist, so würde die Astronomie unstreitig mehr Freunde haben, als jetzt. Von Vielen, die mit dem Stande der Wissenschaft und ihren Lücken nicht näher bekannt sind, ist es befremdend gefunden worden, daß in Berlin, der Hauptstadt der Wissenschaft, ein Mann öffentliche Vorträge zur Vertheidigung einer Anschauung der Himmelsräume angekündigt und gehalten hat, welche die große Mehrzahl längst als irrig widerlegt glaubt. Dies ist nicht der Fall; Tycho de Brahe hat noch immer seine Anhänger, und wenn es auch entschieden zu mißbilligen ist, wenn das Ansehen der Bibel zur Stütze einer wissenschaftlichen Frage gemißbraucht wird, so ist doch diese selbst so lange nicht gelöst, als verschiedene Erklärungen der Himmelserscheinungen übrig bleiben."

Daß dergleichen verschiedene Erklärungen möglich sind, hat selbst Ponteculant, ein Anhänger des copernicanischen Systems, in seiner populären Astronomie (Aus dem Franz. von Nork. Bd. II., S. 109) ausgesprochen, indem er sagte: „Es würde genügen, wollte man den Kreisen, welche die Mittelpunkte der Epicyklen des ptolemäischen Systems von jedem der untern Planeten beschreiben, die Distanz der Sonne von der Erde zu Halbmessern geben, und den Epicyklen selbst die Distanz des Planeten von der Sonne. Was die obern Planeten anbetrifft, so würde man annehmen, die Halbmesser ihrer Epicyklen seien gleich der Distanz der Erde von der Sonne, und den Kreisen, in welchen sie sich bewegen, die Distanz des Planeten von der Sonne zu Halbmessern geben. Dieser Wechsel ist erlaubt, weil Ptolemäus in seinem Systeme nur das Verhältniß der Halbmesser der Epicyklen zu den Distanzen ihres Mittelpunktes von der Erde fixirt, und nicht ihre unbeschränkte Größe anzeigt. Man sieht, daß durch diese Verbesserung die untern Planeten um die Sonne kreisen, welche sie in ihrer jährlichen Bewegung mit sich zieht; und es lassen sich die Phänomene, welche ihre Erscheinungen uns darbieten, in beiden Hypothesen, sowohl in der copernicanischen, wie in der ptolemäischen gleich gut erklären. Was die obern Planeten anbetrifft, so wird nichts, was über die abwechselnd rechtläufigen und rückläufigen Bewegungen nach dem ptolemäischen System gesagt worden ist, geändert zu

Digitized by Google

werden brauchen, und man kann außerdem auch sehen, daß diese Verbesserung wieder dahin kommt, um anzunehmen, daß die obern Planeten sich wie die untern Planeten um die Sonne bewegen, die sie in ihrer Bewegung um die Erde mit sich zieht, was also eine vollkommene Analogie unter allen Bewegungen herstellen würde."

Und damit hätten wir denn fast das System Tycho's, welches wir Fig. 2 dargestellt haben. Bei E sehen wir die Erde, um welche sich zunächst der Mond und in einem weitern Kreise die Sonne bewegt. Um die Sonne bewegen sich die damals bekannten 5 Planeten. Aendern wir das System so, daß wir die Sonne feststehend annehmen und außer den Planeten auch die Erde in dem punktirten Kreise um die Sonne wandeln lassen, so haben wir das copernicanische System, dessen Gegner Tycho war.

Hören wir nun, welche Gründe Tycho gegen das copernicanische System vorbrachte. Die meisten derselben sind freilich wenig haltbar, und diese sind es, welche man gewöhnlich anführt, um Tycho der Unkunde zu zeihen, allein er hat auch sehr gewichtige Gründe angeführt, und diese pflegt man zu verschweigen.

Zunächst war der ungeheuere und eigentlich unermeßliche Abstand zwischen den äußersten Planeten des Sonnensystems und der Sphäre der Fixsterne für Tycho ein Hauptgrund, aus welchem er die Irrigkeit des copernicanischen Systems erkannte (Vgl. Gassendi inst. astron. III., 13). Wenn nämlich die Erde nach dem copernicanischen System wechselsweise an verschiedenen Punkten des Weltraums sich befindet, so muß daraus auch bei den Fixsternen eine periodische scheinbare Ortsveränderung wahrgenommen werden, von der gleichwohl die Beobachtungen nichts ergeben. Um diesen Einwurf in seiner ganzen Stärke zu übersehen, bedenke man, daß nach den neuesten Annahmen der Copernicaner die Erde um 20,660,000 Meilen von der Sonne entfernt sei, sie mithin ihren Ort im Verlauf von 6 Monaten um das Doppelte dieses Abstandes oder um 41,320,000 Meilen verändert hat, wenn des Copernicus System richtig ist. Stände nun z. B. ein Fixstern auch tausend Mal weiter, als die Sonne, von uns ab, so müßte dennoch sein scheinbarer Ort in Folge jener Veränderung um 7 Bogen-Minuten innerhalb 6 Monaten sich geändert haben; gleichwohl konnte man eine solche oder selbst noch eine viel schwächere Parallaxe der Fixsterne nicht wahrnehmen. Es blieb Copernicus nichts

Digitized by Google

übrig, als anzunehmen, daß alle Fixsterne, selbst die uns nächsten, so weit entfernt seien, daß man eine Ortsveränderung nicht wahrnehmen könne, und nicht nur die Erde, sondern selbst die Erdbahn — was ja auch schon Aristarchs Vorstellung war — nur wie ein Punkt gegen die Entfernung der Fixsterne angesehen werden müsse.

So bildete also das Sonnensystem gleichsam eine vereinsamte Insel im All, und es muß diese Annahme um so wunderlicher erscheinen, wenn man hört, daß die neuesten Astronomen sogar annehmen, die Sonne sei einer der kleinsten Fixsterne, in den fernen Himmelsräumen aber drängten sich die so unendlich größern Fixsterne dichter aneinander, als in unserm System ein Planet an dem andern steht. Nun will man zwar in der neuesten Zeit von einigen Fixsternen unendlich kleine Parallaxen, bis zu ½ Secunde Größe gefunden haben, und wenn dem so wäre, so wäre freilich das copernicanische System erwiesen. Allein wer es weiß, wie schwierig es ist, selbst bei der größten Genauigkeit und mit den besten Instrumenten so kleine Größen zu messen, wenn man ferner erwägt, daß die eigenen Bewegungen der Fixsterne noch keineswegs bekannt sind und möglichen Falls Täuschungen veranlassen können, so wird man auch auf die angeblich gefundenen Parallaxen nichts geben. Zudem liefern auch die Beobachtungen verschiedener Astronomen stets verschiedene Resultate, daher auch noch nie ein besonnener Astronom gewagt hat, jene trügerischen Parallaxen-Bestimmungen als einen Beweis des Umlaufs der Erde um die Sonne anzunehmen. Dazu kommt, daß die sogenannte Aberration, von welcher später die Rede sein wird, einen direkten Gegenbeweis gegen alle Parallaxen lieferte. Demnach können wir also lediglich mit Tycho schließen, es habe gar keinen Schein der Wahrheit für sich, daß die Fixsterne, während sie unter einander gar nicht so sehr fern sein sollen, gerade von dem Sonnensystem nach allen Seiten hin so fern wären, daß der angenommene gewaltige Durchmesser der Erdbahn einem Nichts gleich gegen diese Entfernung verschwände, sondern es sei vielmehr wahrscheinlicher, daß die Erde stets an ihrer Stelle bleibe und daher auch die Fixsterne uns stets an denselben Stellen erschienen.

Ferner hat Tycho darauf hingewiesen, daß es widersinnig sei, der Erde, welcher wegen ihrer Körperlichkeit die Eigenschaft der Trägheit zukommen müsse, Bewegung zu ertheilen, und dagegen den himmlischen Lichtern, welchen als Lichtern die Eigenschaft der unbe-

Digitized by Google

gränzten Schnelligkeit zukomme, ihre Bewegung zu nehmen. Dem entgegnet nun zwar Mädler, Astronomie S. 48: „Allein sind denn etwa die Sonne und die Planeten, von denen Tycho selbst zugeben muß (?), daß sie zum Theil viel größer, als die Erde sind; sind die Fixsterne, deren Massen — wie wir jetzt mit Bestimmtheit wissen — bei mehren derselben der Sonnenmasse nahe kommen oder sie gar übertreffen, zur Bewegung geschickter, und ist eine Millionenmal schnellere Bewegung leichter begreiflich, als die einfache Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Axe? Denn wenn letztere in einer Secunde 1400 Fuß beträgt, so müßte die der Sonne eben so viele Meilen, die der Fixsterne aber mindestens eben so viele Millionen Meilen betragen in einer Secunde bei der Annahme, daß sie in 24 Stunden um die Erde liefen.“ Darauf können wir aber wieder entgegnen, daß es 1) gar nicht ausgemacht ist, daß die Gestirne so groß sind, wie man jetzt annimmt; 2) daß wir keine Beweise von ihrer Körperlichkeit haben, vielmehr durch die neuesten Erfahrungen fast zur Gewißheit geworden ist, die Sonne habe die Natur einer Flamme, die Fixsterne seien elektrische Funken, die Monde und Planeten besitzen höchstens ätherische Körper; 3) daß allerdings indische und griechische Astronomen, welche zuerst den Gedanken aussprachen, es bewege sich die Erde, zu dieser Ansicht kamen, weil sie die Geschwindigkeit der Gestirne nicht begreifen konnten, in unsern Zeiten aber solche Zweifel mit den Bedenken eines Irokesen verglichen werden müßten, der an die Geschwindigkeit der Dampfwagen nicht glauben wollte. In der That muß es auch eine Kleinigkeit für die um die Erde rotirende Sonne sein, in jeder Secunde 1400 Meilen zurückzulegen, da wir bis jetzt die Schnelligkeit des elektrischen Funkens noch gar nicht zu messen vermocht haben und nur Verzögerungen desselben kennen, welche von dem Durchgange durch die Leiter herrühren; 4) können die Millionen Meilen, welche die Fixsterne in jeder Secunde zurückzulegen hätten, gar nicht in Betracht kommen, da ja die billionenweiten Entfernungen derselben erst aus dem copernicanischen Systeme gefolgert sind und mit demselben von selbst hinwegfallen.

Mit Uebergehung derjenigen Einreden Tycho's, welche in seiner Zeit verzeihlich waren, uns aber nicht mehr als Einreden erscheinen können, erwähnen wir noch den wichtigen Beweis, welchen er von den Kometen gegen das copernicanische System entlehnte.

Digitized by Google

Copernicus entſchied ſich für ſeine Hypotheſe, um die Recht- und Rückläufigkeiten der Planeten als einen durch den Umlauf der Erde um die Sonne hervorgebrachten Schein zu erklären. Gewöhnlich bewegen ſich nämlich die Planeten während ihrer täglichen Umläufe um die Erde langſamer, als die Fixſterne, bleiben folglich hinter ihnen zurück und gewähren ſo den Schein, als bewegten ſie ſich nach Oſten. Ein vollſtändiger Umlauf dieſer Art, welcher zur Hälfte auf die Bewegung über der nördlichen Halbkugel der Erde kommt, zur andern Hälfte auf die Bewegung über der ſüdlichen Halbkugel, indem die Planeten, wie Sonne und Mond gleichfalls bis zu einem äußerſten nördlichen Punkte rücken und dann zu einem äußerſten ſüdlichen Punkte zurückkehren, nennt man die ekliptiſche oder große Umlaufsbahn. Da alſo die langſamere Bewegung der Planeten das Vorherrſchende, ſo nennt man ihr Zurückbleiben gegen Oſten die Rechtläufigkeit. Bisweilen beginnen ſie aber (wir werden ſpäter die wahrſcheinlichen Urſachen erwähnen) ſchneller zu laufen und zwar erſt mit den Fixſternen gleichſchnell. Da man ſie nun ſtets an demſelben Orte des Himmels erblickt, denn die Himmelsörter werden durch die Fixſterne beſtimmt, ſo ſagt man, daß ſie ſtationär geworden ſind. Nimmt dann für kurze Zeit die Schnelligkeit noch mehr zu, ſo daß ſie den Fixſternen voraneilen, alſo gegen ihre Gewohnheit nach Weſten vorrücken, ſo nennt man ſie rückläufig. So lange man nicht wußte, daß die Bewegungen im Weltraume durch den Elektromagnetismus veranlaßt werden, und den Einfluß, den Magnete und elektriſche Körper auf einander ausüben, nicht kannte, vermochte man ſich die Recht- und Rückläufigkeiten der Planeten nicht zu erklären. Für Copernicus war es demnach verzeihlich, wenn er ſie als einen durch den Umlauf der Erde um die Sonne veranlaßten Schein zu erklären ſuchte.

Als ein Beiſpiel copernicaniſcher Löſung der Planeten-Bewegungen diene uns Fig. 3, welche den Lauf des Merkur nach Copernicus Syſtem verſinnlicht. Merkur vollendet ſeinen Lauf um die Sonne nach copernicaniſcher Hypotheſe in 88 Tagen. Seine Bahn iſt durch einen Kreis dargeſtellt, welcher die Sonne S umgiebt und in 11 gleiche Theile getheilt iſt; jeden Theil würde Merkur in 8 Tagen durchlaufen. Der in 11 Theile getheilte Bogen ABC bezeichnet das Stück von der Bahn der Erde, welches dieſe in denſelben 11 Mal 8 Tagen durchläuft, in welchen Merkur ſeinen Umlauf vollendet. HL iſt ein Bogen des Thierkreiſes. Eine Linie

Digitized by Google

vom Punkt 1 der Erdbahn durch den Punkt 1 der Merkurbahn gezogen, führt verlängert zum Punkt 1 im Thierkreise, zu dem Orte am Himmel, an welchem der Planet eben steht. Von 1—5 der Erdbahn sieht man (am Thierkreise), wie sich Mercur von W. nach O. bewegt; von 5—6 scheint er fast still zu stehen; von 6—9 bewegt er sich nach West, und dann von 9—11 wieder nach O. Eben so erklärt man die Erscheinungen an den andern Planeten.

Man müßte demnach, wenn man eine solche Aufzeichnung macht, wie Fig. 3 zeigt, finden können, an welcher Stelle des Himmels die Planeten zu den verschiedenen Zeiten stehen müßten, wäre das copernicanische System wahr. Allein dem ist nicht so, wie wir später noch genauer zeigen werden, vielmehr stimmt der wirkliche Standort der Planeten nur selten mit dem auf solche Art gefundenen, daher es schon in dem Apostata Copernicanus (sive novum examen systematis Copernicani ad mentem I. B. Riccioli institutum. Brunae 1790) p. 99 heißt: „Das hauptsächlichste Argument der copernicanischen Schule und die Basis des vermeintlich zur Evidenz erwiesenen Systems sind die in den Schulbüchern durch elegante Figuren erläuterten Rechtläufigkeiten, Stationen und Rückläufigkeiten der Planeten, welche mit ungemeinem Beifall angestaunt werden. Nimmt sich aber Jemand die Mühe, entweder selbstständig nach den astronomischen Tafeln oder aus den astronomischen Ephemeriden den Stand der einzelnen Planeten für eine bestimmte Zeit zu berechnen und danach das copernicanische Schema nach den Gesetzen der Astronomie in größerm Maßstabe zu entwerfen, die gefundenen Bewegungen aber mit der Bewegung der Erde zu vergleichen, so wird er nicht selten finden, daß die Recht- und Rückläufigkeiten der Planeten gar nicht den durch dasselbe System bedingten Orten und Zeiten entsprechen, und sich billig wundern, wie in diesen Fundamenten das System im Stiche läßt und wankt. Er wird daher einsehen, daß es nichts gebe, was dieses künstliche System als ein wahrscheinliches geltend machen könne.“

Wäre die rückgängige Bewegung der Planeten ein durch den Lauf der Erde bewirkter Schein, so müßte dieselbe nach Abzug der eignen Geschwindigkeiten der Planeten ein stets gleichmäßiges Facit für die Bewegung der Erde geben, und das ist nicht der Fall, am Wenigsten wenn man die Planetoiden in Berechnung zieht, sondern das Facit fällt sehr verschieden aus, daher wir denn annehmen müßten, daß die Erde in Bezug auf den einen Planet langsamer,

Digitized by Google

in Bezug auf den andern ſchneller laufe, ſo wie daſſelbe hinſichtlich des Foucaultſchen Pendelbeweiſes ſtattfindet, wenn ſie unter kurzen und leichten Pendeln ſchneller, unter langen und ſchweren langſamer hinwegläuft.

Aber weiter! derſelbe Schein müßte auch in Beziehung auf die Kometen ſtattfinden, und das iſt nicht wahr. Auch der Lauf der Kometen müßte durch den Umlauf der Erde aus einem rechtläufigen zu einem rückläufigen, und umgekehrt, werden können, was nie der Fall iſt. Alle Kometen ſind entweder nur rückläufig oder nur rechtläufig. Als im April 1801 bekannt wurde, Piazzi habe einen Kometen ohne Nebel entdeckt, der ſeine rechtläufige Bahn mit einer rückläufigen vertauſcht habe, ſo erkannte man bald allgemein aus dieſem Umſtande, daß das neue Geſtirn kein Komet, ſondern ein Planet (nachher Ceres genannt) ſei, da ein Komet, wenn er einmal rechtläufig ſei, nie rückläufig werde. Vgl. Gehlers phyſ. Wörterb. Neue Bearbeitung. Bd. II., S. 85. Andere Male wundert man ſich wieder über die unerklärlich raſche oder langſame rückläufige oder rechtläufige Bewegung eines Kometen, die ebenfalls mit der angenommenen Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn, d. h. mit dem Schein, welcher durch dieſes Fortrücken entſtehen ſollte, nicht ſtimmen will. So ſtaunte man über die auffallend langſame rückläufige Bewegung des am 5. Apr. 1853 von Schweizer unſern des Sternes x Aquilae gefundenen neuen Kometen. (Vgl. „Die Aſtronomie und die Aſtronomen,“ Leipzig 1854. S. 18.)

Dieſe Bemerkungen hatte ſich der ſcharf beobachtende Tycho nicht entgehen laſſen. Er fand, daß die angenommene Fortbewegung der Erde ſchon darum falſch ſein müſſe, weil ſie ſonſt auf die ſcheinbare Stellung der Kometen einen Einfluß äußern müßte. In Olav Bangs Lebensbeſchreibung Tycho de Brahe's, teutſch von Philander von Weißtritz (Kopenhagen und Leipzig 1756), findet ſich Bd. I., S. 239 ff. ein Brief Tycho's ad Casparum Peucerum Wittebergensem, in welchem die bemerkenswerthen Worte ſtehen: Accessit et hoc, quod duo etiam Cometae, qui juxta oppositum solis ferebantur, satis evidenter ostenderint terram annuatim revera non convolvi, siquidem hujus commutatio non detraxit quidpiam eorum praedefinito et proportionabili motui ut in planetis, qui ob id retroagi a Copernico existimantur, usu venit. Wie kommt es nun, daß in allen aſtronomiſchen Werken nur die Einreden Tycho's gegen das coper-

Digitized by Google

nicanische System, welche aus der Unkunde seiner Zeit mit physikalischen Dingen entsprangen, aufgeführt werden, indeß man diese triftige Einrede sorgsam verschweigt oder nur obenhin berührt, wie das von Mädler in seiner populären Astronomie geschehen ist (4. Aufl. S. 606), indem er sagt: „Aber obgleich er (Tycho) gesteht, daß das copernicanische (System) besser sei (als das ptolemäische) und nichts Ungereimtes oder gegen die Grundsätze der Mathematik Verstoßendes enthalte, so lange man nur den Lauf des Mondes und der Planeten betrachte, so machten ihn doch einerseits die Kometen, die nicht rückläufig wurden, andrerseits physische Gründe daran irre.“ Diese „physischen Gründe“ hat nun Mädler a. a. O. S. 48 ff. mit großer Breite zu widerlegen versucht; warum überging er den von den Kometen entlehnten Grund ohne Weiteres? Muß man nicht zu der Annahme kommen, er habe die Triftigkeit desselben genügend gefühlt? Indeß ist sein Schweigen noch immer lobenswerther, als das Verfahren Littrow's, der in der Neuen Bearb. von Gehler's phys Wörterb. Bd. X., Abth. II., S. 1560, 1561 in dem Artikel Weltsystem sagt: „Endlich behauptete er (Tycho Brahe) noch, daß die Kometen, wenn sie in Opposition mit der Sonne sind, keine solchen Erscheinungen (des Rückgangs ꝛc) zeigen, wie die obern Planeten, wenn diese auch der Sonne gegenüberstehen, und daß sie doch solche Erscheinungen zeigen müßten, wenn die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne, die Copernicus aufgestellt hatte, in der That stattfände. Dieser Einwurf würde wichtig sein, wenn er zugleich wahr wäre. Aber Tycho hatte selbst nur sehr wenig Kometen beobachtet und sprach von Dingen, die er nicht genau kannte. Hätte er nur den von 1681 sehen können, dessen scheinbare Bahn so verwickelt und bizarr war, daß Cassini sie sogar durch zwei Kometen, die man mit einander vermengt habe, erklären wollte, so würde er wohl seine Meinung geändert haben, besonders wenn er bemerkt hätte, daß dieselbe äußerst complicirte Bahn durch die bloße Annahme einer jährlichen Bewegung der Erde eine sehr einfache krumme Linie geworden ist, und dieselben Kometen, die für ihn ein Mittel abgeben sollten, das copernicanische System zu bekämpfen, würden ihm einer der triftigsten Gründe mehr gewesen sein, diesem Systeme beizupflichten und ihm sein eigenes, so wohlgefällig auch seine Eitelkeit auf dasselbe herabgesehen haben mag, willig zum Opfer zu bringen.“

Wir möchten zur Ehre des Herrn Littrow wünschen, daß er

Digitized by Google

dieſe Tirade nicht geſchrieben hätte. Einem Charlatan verzeiht man ſolche Ausfälle, nicht aber einem Gelehrten. Es iſt mir zwar nicht möglich geweſen, etwas Näheres über den Kometen von 1681 aufzufinden, daß aber Littrow auf dieſen allein ſich berufen konnte, daß er nur einen Kometen anführen konnte, von welchem ſelbſt ein Caſſini geſtand, daß irgend welche Irrungen bei ſeiner Beobachtung vorgekommen ſein möchten, das beweiſt zur Genüge, wie nichtig ſein Kampf gegen Tycho. Es ſind aber Hunderte von Kometen beobachtet und alle widerſprachen dem Syſtem, daher denn auch Littrow der Jüngere (ſ. Mädler, Nachträge, S. 8) die Hypotheſe aufgeſtellt hat, daß die Kometen nicht dem Sonnenſyſtem, ſondern dem Fixſterngebiete angehören und nur in das Sonnenſyſtem verirrt ſein möchten. Daher bewegten ſie ſich auch nach allen Richtungen; nicht bloß, wie die Planeten und ihre Monde, von Weſt nach Oſt. Einige Kometen wären aber Körper unſers Sonnengebiets geworden, nämlich die, welche gleichſam von unſrer Sonne gefangen, an ſie gebannt, im Verlaufe der Zeit regelmäßige elliptiſche Bahnen erhalten hätten und deßhalb in beſtimmten Zeitabſchnitten wiederkehrten.

Iſt alſo der erwähnte Littrowſche Ausfall gegen Tycho ein ſo ſchwacher, daß er gerade auf das Glänzendſte darthut, wie unhaltbar das copernicaniſche Syſtem iſt; ſteht es feſt, daß nicht einmal die ältern Planeten, noch weniger die Planetoiden und am Wenigſten die Kometen hinſichtlich ihrer Bahn mit dem genannten Syſtem ſtimmen, wie denn auch ſchon in dem kaiſerlichen Privilegium, daß Tycho 1590 erhielt und das im Auszuge mitgetheilt iſt in Gassendi vita Tychonis Brahei, Hagae 1655, p. 107, geſagt iſt, daß die copernicaniſche Hypotheſe den Beobachtungen eben ſo wenig entſpreche, wie die frühere ptolemäiſche, — ſo können wir auch nur annehmen, daß Tycho aus voller Ueberzeugung ſich gegen Copernicus erhob, nicht aus mancherlei ſchmutzigen, ſeinem Charakter durchaus widerſprechenden Gründen.

So lieſt man wohl, Tycho habe ſich vor der Geiſtlichkeit gefürchtet und ſein Syſtem aufgeſtellt, um zugleich den Beobachtungen und der Geiſtlichkeit zu genügen. (Vgl. Stern, Himmelskunde S. 126.) Allein das iſt durchaus unbegründet. Allerdings hatte die Geiſtlichkeit ſchon begonnen, ſich gegen das copernicaniſche Syſtem aufzulehnen, aber Tycho's ganzes Leben beweiſt, daß er nicht der Mann war, der ſich vor den Verfolgungen der Geiſtlichkeit oder

Digitized by Google

anderer Menschen hätte fürchten sollen. Tycho hatte allerdings Achtung vor der Bibel, auf die er sich auch selbst berief, aber er hatte keine Achtung vor der Kirche, die er nie besuchte, so wie ja auch einer der vorzüglichsten Anklagepunkte, welche seine Feinde in Dänemark gegen ihn vorbrachten, der war, daß er sogar die ihm obliegende Erhaltung der Kirchengebäude vernachlässigt hätte. (Vgl. Stern a. a. O.)

Daß Tycho sein System aufgestellt, weil es ihn verdrossen, daß er nicht selbst das copernicanische erfunden, stimmt nicht mit seiner Bescheidenheit. Er achtete sogar Copernicus höher, als derselbe verdiente, sprach sich in allen seinen Werken nur schonend über ihn aus und betrachtete ein Bildniß desselben, das angeblich von ihm selbst gemalt war, so wie die rohen ptolemäischen Regeln, die ihm die Frauenburger Domherren zusandten, als Heiligthümer.

Allein von solchen kritischen Untersuchungen und aufrichtigem Willen sind unsre Büchermacher fern. Es ist einmal Mode, Copernicus zu vergöttern, Tycho zu verdammen, und dieser Mode huldigt man um so lieber, weil man dann nur die Redensarten abzuschreiben braucht, die man in andern Büchern schon fix und fertig findet. So that es auch — um nur ein Beispiel von vielen anzuführen — Bromme (Naturgeschichte und Völkerkunde. Stuttg. 1846, S. 5), indem er sagt: „Aus der von Copernicus aufgestellten Hypothese ließen sich alle Erscheinungen des Himmels zwar leicht und deutlich erklären, doch fand sie, so befriedigend sie sowohl für den Philosophen als Astronomen war, Anfangs wenig Anhänger, und erst im siebzehnten Jahrhundert fing sie an, allgemeinern Eingang zu finden, obgleich Tycho, der ein eigenes System aufstellte, ihr außerordentlich schadete. Tycho de Brahe, einer der größten Astronomen seiner Zeit, besonders was das Praktische dieser Wissenschaft betrifft, war zwar durch die Gründe des Copernicus und seine eigenen Beobachtungen vollkommen überzeugt“ (wozu solche Lügen? Entspringen sie dem Bewußtsein, daß man den Irrthum vertheidigt?), „daß die Sonne und nicht die Erde der Mittelpunkt aller Planetenbahnen sei; allein er konnte sich, vielleicht um den Streitigkeiten, die das copernicanische System verursacht hatte, ein Ende zu machen, oder aus Ehrfurcht gegen einige mißverstandene Bibelstellen, oder aus Eifersucht, oder gar aus Eitelkeit, einem neuen System seinen Namen zu geben, wodurch die theologischen Einwürfe, welche damals sehr wichtig schienen, geho-

Digitized by Google

den würden, nicht entschließen, die Bewegung der Erde zuzugeben. Vom copernicanischen nahm er die Bewegung der Planeten um die Sonne an, die wirkliche Bewegung der Erde aber um die Sonne verwarf er, ließ die Erde im Mittelpunkte unbeweglich ruhen, und um sie der Reihe nach Sonne, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und den Fixsternhimmel sich bewegen," (eine ganz falsche Darstellung!) „wodurch er wohl den astronomischen Forderungen Genüge leistete, indeß noch mehr Verwirrung in die Wissenschaft brachte, als durch Ptolemäus System bereits gekommen war." Man begreift wirklich nicht, wie ein den astronomischen Forderungen entsprechendes System Verwirrung in die Wissenschaft bringen kann. Wenn da sich Herr Bromme nicht selbst verwirrt hat —! Aber wir haben ja die ganze Tirade nur darum ausgewählt, um die gränzenlose Verworrenheit zu zeigen, die in den populär-wissenschaftlichen, von den Laien für Evangelien gehaltenen Büchern herrscht.

Sechste Vorlesung.

Weitere Ausbildung der copernicanischen Theorie.

Als funfzig Jahre nach Tycho's Tode Huet die Insel Hween besuchte, fand er keine Spur mehr von den Mauern Uranienburgs. Weder der Pfarrer, noch die Einwohner wußten etwas von Tycho; der Name war ihnen fremd, und nur ein Greis erinnerte sich, die Warte noch gesehen zu haben. Die reiche Sammlung astronomischer und andrer Werkzeuge, welche Tycho zusammengebracht hatte, ging bei der Erstürmung Prags im Jahr 1619 größtentheils zu Grunde. So hatte Tycho 1570 in Nürnberg, wo damals die geschicktesten Mechaniker lebten, eine große Himmelskugel fertigen lassen, die 14,000 Gulden kostete und auf welche er während seiner 25jährigen Beobachtungen sämmtliche ihm bekannt werdenden Fixsterne aufschrieb. Zuerst in Uranienburg aufgestellt, wanderte sie mit Tycho's übrigen Werkzeugen nach Wandsbeck, dann nach Prag. Man glaubte anfangs, sie sei bei der Plünderung Prags ebenfalls vernichtet worden, aber sie fand sich, man weiß nicht wie, in dem Jesuitercollegium zu Neiße wieder. Als diese Festung 1623 er-

Digitized by Google

obert wurde, kam die Himmelskugel nach Kopenhagen und wurde dort in der Universitätsbibliothek aufbewahrt, bis sie 1728 bei einem großen Brande unterging.

Das traurigste Schicksal hatten Tycho's unschätzbare Beobachtungen, die er handschriftlich hinterließ. Sie kamen in die Hände des undankbarsten und gewissenlosesten Schülers, den je ein Gelehrter hatte, und der sie theils zur Erwerbung eignen Ruhms, theils sogar als Pfeile gegen seinen Meister und Wohlthäter verwandte.

Dieser Schüler, dessen Name bisher gränzenlos gefeiert wurde, obschon er nur mit Schande gebrandmarkt dastehen sollte, war Johannes Kepler, von dem der allzeit reimfertige Kästner dichtete:

„So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen,
Als Kepler stieg — und starb in Hungersnoth!
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brot!"

Richtiger urtheilte Lalande (Astronomie I. S. 494) über Kepler, indem er von ihm sagte: „er wurde eben so berühmt in der Astronomie durch die unendlich geschickte Anwendung, die er von Tycho's vielen Beobachtungen, denn er selbst war nicht Beobachter, machte, wie der dänische Astronom durch die Sammlung so zahlloser Materialien."

Kepler wurde am 27. December 1571 in Weil, einer ehemaligen Reichsstadt im Württembergschen, geboren. Armuth und das immer wandelbare Geschick seines Vaters (eines Gastwirths) waren der Grund der Vernachlässigung seiner Erziehung und der trüben Tage seiner Jugend. Dennoch brachte er es bis zu seinem 18. Jahre dahin, daß er die Klosterschule Maulbronn verlassen und die Universität Tübingen beziehen konnte. Hier studirte er nach dem damals vorgeschriebenen Gange zuerst Philosophie und Mathematik, dann Theologie. Namentlich schloß er sich an seinen Lehrer der Mathematik, den Professor Mästlin, an, der unter den damaligen Astronomen keine unbedeutende Stelle einnahm, wogegen Kepler mit den Tübinger Gottesgelehrten in Streit gerieth, weil er versicherte, daß er sich nicht zu Glaubenssätzen bekennen könnte, die seiner Ueberzeugung widerstrebten. Die Folge dieses Streites war, daß man ihn, nachdem er seine theologischen Studien vollendet hatte, zu keiner geistlichen Stelle zuließ, und die weitere Folge,

Digitized by Google

daß er aus Rache bemüht war, in jeder Hinsicht der Kirche entgegen zu arbeiten.

Eine günstige Gelegenheit dazu schien ihm das copernicanische System darzubieten. Dieses war selbst von den einzelnen Neuerungssüchtigen, welche sich desselben angenommen, wegen seiner verwickelten Epicykel und weil es in keiner Hinsicht mit der Beobachtung stimmte, wieder aufgegeben. Gelang es Kepler, dasselbe so weit zurechtzustutzen, daß es den Anforderungen der Wissenschaft nur einigermaßen genügte, so hatte er dem Christenthum, auf das er seinen Haß gegen die Geistlichkeit übertrug, einen empfindlichen Stoß beigebracht, denn es entging ihm nicht, daß dieses einzig auf die Ansicht von dem Principat der Erde gegründet sei. Und er ging an das Werk.

Zunächst nahm er die Stelle eines Professors der Mathematik zu Gratz in Steiermark an und arbeitete ein Werk aus, auf welches er ungemein stolz war, von dem aber die Anhänger des Copernicanismus sorgfältig schweigen. Er wollte nämlich in diesem Werke beweisen, warum es nur sechs Planeten gebe, gleich wie spätere Astronomen in Abrede stellten, daß es über den Uranus hinaus noch Planeten geben könne. Da waren die Alten bereits weiter in ihren Kenntnissen. Schon Diogenes von Apollonia, der wahrscheinlich in der Zeit zwischen Anaxagoras und Demokrit lebte, sagte, es bewegten sich mit den sichtbaren Sternen auch dunkle Massen, die deßwegen unbenannt blieben. Nach Seneca (Nat. Quaest. VII., 13) hatte auch Artemidor aus Ephesus bereits gesagt, es gebe nicht bloß fünf Planeten, sondern das seien nur die beobachteten, während unzählige noch durch den dunkeln Raum schwebten. So weit war Kepler nicht in der Erkenntniß, und überhaupt bedurfte es erst der zahlreichen Planetoiden-Entdeckungen der neuesten Zeit, um einen Le Verrier (L'Institut Nr. 1000. 2 Mars 1853) zu der Bemerkung zu veranlassen: „Vielleicht kennen wir nur einen kleinen Theil der in den Himmelsräumen befindlichen Materie; vielleicht sind die kleinen Planeten zahllos;" bedurfte es erst der Entdeckung Neptuns, um zu neuem Ideenfluge zu begeistern und zu phantasiren, daß jenseit des Neptun noch vier unbekannte Planeten Platz finden könnten, deren letzter 620 Erdweiten (13,000 Millionen Meilen) von der Sonne entfernt sein und 15 Jahrtausende zu seinem Umlauf gebrauchen würde.

Kehren wir aber zu Kepler zurück. Die Verfolgung der Pro-

Digitized by Google

teſtanten in Steiermark, die im Jahr 1598 ausbrach, nöthigte ihn, Grätz zu verlaſſen. In ſeinem Vaterlande konnte er auch kein beſſeres Loos erwarten, weil ihn die württemberger Theologen wegen ſeines Glaubenshaſſes verfolgten, und ſo war es denn ein Glück für ihn, daß er eine Zuflucht bei Tycho fand, der damals in Prag die rudolfiniſchen Tafeln (nach dem damals regierenden Kaiſer Rudolf ſo genannt) ausrechnete und ihn als tüchtigen Mathematiker ſehr wohl dabei verwenden konnte. Auch dieſe Tafeln, ein ouvrage essentiel et qui fut le fondement de tous les calculs de l'astronomie pendant un siècle, wie ſich Lalande a. a. O. ausdrückt, wurden erſt nach Tycho's Tode 1626 in Ulm gedruckt, ſo daß der hauptſächlichſte Ruhm wegen derſelben Kepler zu Theil wurde.

Er war bei Tycho's Tode zugegen. Der große Mann bat ihn, ſeine hinterlaſſenen Schriften gewiſſenhaft herauszugeben, aber Kepler that das nicht, ſondern verwendete ſie zu ſeinem Ruhm und Nutzen. Dafür wurde ſein Leben von Neuem ein Kampf mit Noth und Widerwärtigkeiten. Bei den unruhigen Zeiten blieb ſeine Beſoldung aus, Krankheit und Kummer nagten an ihm, bis er 1630 zu Regensburg ſtarb.

Gleich nach Tycho's Tode begann er mit Hülfe der Beobachtungen deſſelben die Geſtalt der Planetenbahnen zu erforſchen, um das copernicaniſche Syſtem durch eine Berichtigung deſſelben zu ſtützen. Copernicus hatte, wie wir ſchon wiſſen, den Umlauf der Planeten in excentriſchen Kreiſen und Epicyklen nach Art des Ptolemäus angenommen. Die genauen Beobachtungen, welche Tycho hinſichtlich des Planet Mars angeſtellt hatte und von Kepler in ſeinem Werke Astronomia nova de motibus stellae Martis, Pragae 1609 mitgetheilt wurden, zeigten ſich mit den Annahmen des Copernicus unvereinbar. Nun zeichnete Kepler die Stellungen des Mars auf und machte ſo viele mühſame Verſuche in dieſer Hinſicht, daß er endlich mit Beibehaltung der copernicaniſchen Annahme, daß Mars und Erde Planeten der Sonne ſeien, zu finden glaubte, beide bewegten ſich in Ellipſen um die Sonne, und dieſe ſtehe in dem einen Brennpunkte dieſer Ellipſen. Nun ſtellte er das erſte ſogenannte Keplerſche Geſetz auf, daß ſich die Planeten nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen um die in einem Brennpunkte dieſer letztern ſtehende Sonne bewegten. Wir werden ſpäter, wenn wir von Newton ſprechen, auf dieſes Keplerſche Geſetz zurückkom-

Digitized by Google

men und haben auch schon an andern Orten die Unmöglichkeit einer elliptischen Bewegung gezeigt. Nur so viel wollen wir hier bemerken, daß das erste Keplersche Gesetz der Ausgangspunkt für die verschiedensten Anhängsel des copernicanischen Systems wurde, dessen Einfachheit nur von denen gerühmt werden kann, welche dasselbe nicht kennen. Wir erzählten schon, daß der königliche Beschützer der Sternkunde, Alfons X. von Castilien, als man ihm die ptolemäische Lehre von der Planetenbewegung auseinander setzte, die naive Aeußerung gemacht habe: wenn ihn Gott bei der Schöpfung um Rath gefragt hätte, so würde er einen einfachern und bessern Rath gegeben haben. Dem könnte man allerdings entgegensetzen, daß das scheinbar Einfache darum nicht immer das Wirkliche und Wahre sei, wie das Jedem einleuchten muß, der z. B. nur den wunderbaren Bau des menschlichen Körpers betrachtet, welcher sich ebenfalls bei der Schöpfung viel einfacher hätte herstellen lassen. Fände also in dem copernicanischen Systeme wirklich eine größere Einfachheit statt, so würde damit dennoch die Richtigkeit desselben nicht verbürgt. Allein diese Ansicht besteht auch, wie gesagt, nur in den Ansichten der Laien, die da meinen, es sei mit der Rotation und Revolution der Planeten abgemacht. Allein damit werden die Erscheinungen am Himmel noch lange nicht erklärt, so daß man die elliptischen Bahnen, Störungen durch gegenseitige Attraction, Aberration des Lichts, Nutation der Erdaxe ꝛc., so wie endlich noch die Wahrscheinlichkeitsrechnung hat erfinden müssen, um die Räthsel zu erklären, welche durch die copernicanische Hypothese aufgegeben werden. Aber weit entfernt, alle diese traurigen Aushilfen zu verwerfen, hat man sogar auf ihnen fortgebaut. Aus den „Störungen," zu deren Annahme die Erfahrung zwang, daß der wirkliche Stand der Planeten mit dem nach dem Systeme berechneten nicht stimmte, berichtigte man z. B., nachdem man sich ihre Wirklichkeit eingeredet hatte, die aus andern falschen Hypothesen gefundenen Massen der Planeten und Monde, und so fuhr man endlos fort zu rechnen, ohne auch nur einmal zu bedenken, daß die angenommenen Hypothesen der Berechnungen durch nichts erwiesen wären. Und das ist der Hauptpunkt, aus welchem Astronomen und Laien erkennen sollten, daß es der Astronomie nichts nützt, wenn sie sich auf die Mathematik stützt, und daß ihre Resultate ungeachtet des Aufwandes der scharfsinnigsten Rechnungen, deren Erfindung dem menschlichsten Geiste alle Ehre macht, dennoch

Digitized by Google

keineswegs mathematisch gewiß sind. Wenn also die Astronomie zur ersten der Wissenschaften geworden ist, wie Arago (Werke, Th. I., S. 101) sagt, wenn man sie eine Königin der Wissenschaften zu nennen gewagt hat, wie das endlos in allen astronomischen Werken wiederholt wird, so kommt das nur daher, weil man muthwillig die Augen zugedrückt hat. Wenn eine andere Wissenschaft, z. B. die Chemie, arge Böcke schießt, so kommt gleich die Praxis hinterher und deckt den Irrthum auf, aber in der Astronomie ist die eigentliche Praxis nicht möglich, denn Niemand kann auch nur bis zum Monde mit der Meßkette reichen, oder ein Stückchen von ihm abschlagen, um es zu analysiren.

Die Astronomen kennen noch zwei andere sogenannte Keplersche Gesetze. Das zweite derselben lehrt, daß die aus der Sonne nach dem Planeten gedachte gerade Linie, der radius vector, bei dem Laufe des Planeten von der Bahnebene desselben zu gleichen Zeiten stets gleich große Sectoren abschneide. Allein nach dieser Regel wurden schon die rudolfinischen Tafeln berechnet, woraus genugsam hervorgeht, daß sie von Tycho gefunden wurde, während Kepler sich allein den Ruhm der Erfindung angemaßt hat.

Das dritte Keplersche Gesetz endlich lehrt, daß sich bei der Planetenbewegung die Quadratzahlen der Umlaufszeiten wie die Würfel der mittlern Entfernungen von der Sonne verhalten. Nach diesem Gesetz berechnet man die Entfernungen der Planeten von der Sonne, und es mag Kepler allein angehören, ist aber auch jedenfalls irrig und wird bei einer Neugestaltung der Wissenschaft, die nicht lange mehr auf sich warten lassen kann, aufgegeben werden.

Einiges Verdienst hat sich Kepler — er war überhaupt nur Mathematiker, nicht Astronom — als Optiker erworben: er schrieb Supplemente zum Vitello und eine Dioptrik. In letzterer gibt er auch eine Refractionstabelle und spricht zuerst die ebenfalls unbegründete Behauptung aus, die Entfernung des Gegenstandes verändere die astronomische Refraction nicht, da sie nur in den Luftschichten der Erde vor sich gehe. Auch das zu seiner Zeit erfundene Fernrohr hat er theoretisch behandelt und Vorschläge gemacht, wie es verbessert werden könne.

Schließlich bemerken wir noch, daß Kepler meinte, daß die copernicanische Lehre denjenigen, der sie annähme, zu einer bisher unbekannten, ja ungeahnten Denkfreiheit aufforderte und berechtigte.

Digitized by Google

Allein dieſe Denkfreiheit würde nur dann eine vernünftige ſein, wenn ſie auf dem allein ſichern Boden der Erfahrung ruhete; die Wiſſenſchaft hat durch dieſelbe weder an Gewißheit, noch an Vertiefung gewonnen, vielmehr iſt es, da man eine Hypotheſe ſo glänzend aufgenommen ſah, ſeitdem Mode geworden, Hypotheſen in der Wiſſenſchaft zu häufen und denſelben zu glauben.

Die Erfindung des Fernrohrs begründet eine neue Epoche in der Aſtronomie, hat derſelben aber im Ganzen doch nicht ſo ſehr genützt, wie man wohl annimmt. Tycho's Inſtrumente und Beobachtungsmethoden hatten ſchon einen Grad der Genauigkeit erreicht, der ohne ein ſolches Hilfsmittel nicht erheblich hätte überſchritten werden können; denn alle Feinheit der Theilung, alle Kunſt der Mechanik hätte ihren Zweck verfehlt, wenn nicht gleichzeitig das Sehen ſelbſt an Genauigkeit gewann, und wie wäre es vollends möglich geweſen, die Einzelnheiten des Himmels, die Oberfläche der Weltkörper u. ſ. w. zu erforſchen, wenn nicht die Teleſkope entdeckt wären. Ihre Geſchichte läßt ſich nicht vollſtändig aufhellen. Schon die Alten beobachteten durch Röhren und hatten geſchliffene Gläſer, allein dieſe Kenntniß war verloren gegangen und mußte neu gefunden werden, was wahrſcheinlich in Holland zu Ende des 16. oder zu Anfang des 17. Jahrhunderts geſchah. Der Erfinder iſt jedoch zweifelhaft, wahrſcheinlich in Folge der anfänglichen Geheimhaltung. Am Meiſten hat die Meinung für ſich, daß Zacharias Joannides (Janſen) zu Middelburg die Erfindung (ob zufällig durch das Spiel ſeiner Kinder mit Brillengläſern?) gemacht habe. Zu dieſem Reſultat gelangt namentlich Wilde in ſeiner Optik (Berlin 1838) S. 138—172, wo er alle hierher gehörigen Zeugniſſe prüft und neben den Anſprüchen des Z. Janſen nur noch die ſeines Landsmannes und Zeitgenoſſen J. Lipperſeim (Laprey) nicht ganz ungegründet findet. Brewster ſagt dagegen in ſeiner Optik § 206, daß die Erfindung des Fernrohrs aus dem 13. Jahrhundert datire, Roger Baco es vollkommen gekannt, und Leonhard und Thomas Digges ſich in England deſſelben bedient hätten vor Janſen und Galiläi.

So viel ſteht feſt, daß wir das Fernrohr ſeit dem Jahr 1609 in den Händen aller Aſtronomen finden und nun ins Kleine gehende Entdeckungen raſch auf einander folgten. Simon Marius fand die Jupiterstrabanten, Schreiner die Sonnenflecken, Galiläi

Digitized by Google

die Sichelgestalten der Venus, den sogenannten Saturnsring, die Flecken des Mondes ꝛc.

Der eben genannte Galiläi trat fast um dieselbe Zeit mit Kepler auf. Man hat ihn zu einem Märtyrer des copernicanischen Systems gestempelt und dadurch für dieses mehr gewirkt, als auf irgend andere Art möglich gewesen wäre. Jede Lehre dringt erst dann durch, wenn sie Märtyrer gefunden hat.

Uebrigens ist das ganze Leben Galiläi's in ein ziemliches Dunkel gehüllt. Wir werden uns damit begnügen, hier mitzutheilen, was Mädler, Astronomie S. 559 über ihn sagt: „Galiläi, der größte Naturforscher seiner Zeit, durch die wichtigsten physikalischen, mechanischen, astronomischen und mathematischen Entdeckungen berühmt, ward 1564 zu Pisa geboren. Eine seiner ersten Entdekkungen war das Gesetz der Schwingungen des Pendels, dessen hohe Wichtigkeit für die Astronomie er freilich wohl noch nicht ahnte. Schon sein Versuch mit fallenden Körpern, wodurch er zeigte, daß das Gewicht der Körper auf die Gesetze des Falles keinen Einfluß habe, regten Neid und Verfolgung gegen ihn auf — er mußte sein Lehramt zu Pisa verlassen. In seinem Werke über die Sonnenflecken (1611) erklärte er sich für das copernicanische System, und von da ab ist die Geschichte seines Lebens die Geschichte der Verläumdungen, Verspottungen und Verfolgungen, die er unablässig erdulden mußte und denen er endlich unterlag. Ein Mönch, der öffentlich gegen ihn predigte, machte die Bibelstelle: „Ihr Männer von Galiläa (viri Galilaei), was steht ihr hier und seht gen Himmel?“ zum Text seiner Rede. In Rom, wo er sich vertheidigen wollte, begnügte man sich anfangs mit der ihm abgeforderten Erklärung: das copernicanische System weder mündlich, noch schriftlich weiter zu behaupten. Die Anklage lautet: quod teneret, tanquam veram, falsam doctrinam a multis traditam, solem videlicet esse in centro mundi et immobilem, et terram moveri motu etiam diurno. Funfzehn Jahre später wagte er es, ein Werk: „Gespräche über die Ptolemäische und Copernicanische Weltordnung“ ans Licht treten zu lassen. Das Buch erhielt in Rom 1630 und bald darauf auch in Florenz das Imprimatur. In diesem läßt er drei Personen auftreten, eine für Ptolemäus, eine für Copernicus und eine als Richter. Mit äußerster Vorsicht vermeidet er jede Entscheidung; nichts desto weniger wußten die Jesuiten den ihm günstig gesinnten und befreundeten Papst Urban VIII. gegen ihn

Digitized by Google

einzunehmen. Des Ungehorsams gegen die päpstlichen Verbote angeklagt, mußte der 70jährige kranke Greis im Winter nach Rom kommen, hier einige Monate in den Kerkern der Inquisition schmachten und endlich seine „Irrthümer“ knieend abschwören. Es wird erzählt, daß er im Augenblick, wo er wieder aufstand, mit dem Fuße gestampft und zwischen den Zähnen gemurmelt habe: E pur si muove! Seine Strafe war Kerker auf unbestimmte Zeit, ward aber bald in eine Verweisung nach Arcetri bei Florenz verwandelt. Von jetzt ab, halb erblindet und durch die rohe Behandlung, die er erlitten, unheilbar krank, beschäftigte er sich mit Untersuchungen in der Mechanik, und noch zwei wichtige Werke über die Gesetze der Bewegung sind Früchte dieser spätesten Lebensjahre. Er schlug zuerst die Jupiterstrabanten zu Längenbestimmungen vor. Mit dem letzten Reste seines Augenlichts entdeckte er noch 1637 die Libration des Mondes, kurz darauf ward er völlig starblind. Aber auch jetzt noch ruhete sein Geist nicht. „Ich grüble in meiner Finsterniß,“ so schrieb er 1638, „bald diesem, bald jenem Gegenstande der Natur nach und kann meinen rastlosen Kopf nicht zur Ruhe bringen, so sehr ich es auch wünsche.“ Er starb 1642 am 8. Januar.

So erzählt Mädler und bleibt damit der gewöhnlichen Sage treu. Allein in dem Archiv für Kunst, Literatur und Wissenschaft, 1854, Heft 1, ist dargelegt, daß die ganze Erzählung von dem durch die Inquisition erzwungenen Widerruf eine Lüge sei. Auch scheint die römische Kirche nie besonders gegen die copernicanische Lehre aufgetreten, und diese wird ungehindert in allen katholischen Lehranstalten vorgetragen. Gegen Anfang des Jahres 1820 legte der Professor der Astronomie an der Accademia della Sapienza zu Rom, Herr Settele, die Handschrift seiner astronomischen Vorlesungen der Behörde vor und bat um Druckerlaubniß. Die Inquisition entschied, das Buch sollte gedruckt werden, ertheilte aber Settele den Befehl „der Wahrheit gemäß“ hinzuzufügen, daß die Verfolgung, welche Galiläi erlitten, nicht sowohl seinem System, als der von ihm geführten ungebürlichen Sprache zuzuschreiben sei. Und das ist auch sehr wahrscheinlich. Nur die strengern Richtungen der protestantischen Kirche können die Gefährlichkeit des Copernicanismus bemerken, weil sie die Bibel als alleinige Stütze haben; die katholische Kirche verdammt sogar diesen unbedingten Bibelglauben als „Buch-Cultus,“ denn sie ist und wird durch Concilien und Synoden erbaut.

Digitized by Google

Mit Galiläi gleichzeitig lebte René Descartes (Cartesius), der die Bewegung der Himmelskörper durch Wirbel erklärte, die Geschwindigkeit des Lichts zu messen versuchte und Untersuchung über die Strahlenbrechung anstellte.

Die Strahlenbrechung ist es, durch welche die Sicherheit aller astronomischen Berechnungen gestört und bewirkt wird, daß die Astronomen noch heute zu keinen sicherern Resultaten gelangen können, als die ältesten Völker sie bereits erlangt hatten. Mögen immerhin unsre Fernröhre vervollkommnet sein und mag man damit Sterne und Nebelflecken entdeckt haben, welche den alten Völkern unbekannt waren, so ist damit zwar einer Menge von Phantasieen Thür und Thor geöffnet, aber für die eigentliche Erweiterung der Wissenschaft gar nichts gethan. Daß nun diese Erweiterung gar nicht möglich ist, und daher kein gesunderes Urtheil gefällt werden kann, als das des Kirchenvaters Lactantius, der im 4. Jahrh. nach Chr. sagte: „Ueber die Gestalt des Mondes und der Sonne, über die Größe der Erde und andere Dinge der Art Untersuchungen anzustellen, sei um nichts besser, als wenn man Betrachtungen über eine weit entfernte Stadt anstellen wollte, von der man nichts weiter kennte, als den Namen," — das kommt daher, daß wir nicht die Gestirne selbst sehen, sondern nur Bilder derselben, die irgendwo, in unserm Dunstkreise vielleicht, entstehen. Es ist bekannt, daß ein Lichtstrahl, der aus einem dichtern in ein dünneres, oder aus einem dünnern in ein dichteres Mittel übergeht, von der geraden Richtung abgelenkt wird, und daß außerdem von der Natur dieses Mittels die stärkere oder mindere Ablenkung des Strahls abhängt. Es ist eben so bekannt, daß die Strahlen der Himmelskörper, indem sie aus den obern in die untern Luftschichten übergehen, eine Ablenkung erleiden, und daß man z. B. in Folge dieser Ablenkung oder der Strahlenbrechung die Sonne länger über dem Horizont sieht, als sie sich über demselben befindet. Wir sehen also dann, so wie wahrscheinlich stets, nicht die Sonne selbst, sondern ein in der Atmosphäre entstandenes Bild derselben. Daher können auch durch eigenthümliche Bewegung von Luftschichten die Bilder der Gestirne bewegt werden. So sieht man den Rand der Sonne bisweilen beim Aufgehen derselben wellenförmig schwanken, und es ist davon vielleicht der in manchen Gegenden herrschende Volksglaube entstanden, daß die Sonne beim Aufgehen am Morgen des ersten Ostertages hüpfe. Auch einzelne Sterne hat man schon wiederholt

Digitized by Google

hin und her schwanken gesehen. Lange bezweifelten die Gelehrten diese Erscheinung und meinten, sie sei eine Täuschung Betrunkener gewesen. Erst als ein preußischer Prinz und Alexander von Humboldt dieselbe beobachtet zu haben versicherten, der Letztere sie auch in seinem Kosmos beschrieb, da begann der Spott zu verstummen, man ward ernster, und es mehrten sich nun die Erfahrungen. So wurde, um nur ein Beispiel von den zahllosen der neuern Zeit anzuführen, erst 1853 das Sternschwanken wieder von Herrn R. Schurich beobachtet. Wir lesen darüber in Jahn's Unterhaltungen 1853, Nr. 15, S. 120: „In Aue bei Schneeberg hat am 29. März, Abends 8 Uhr 20 Minuten Herr. R. Schurich den Sirius so bedeutend schwanken gesehen, daß der Durchmesser der Fläche, in welcher dieser Stern sich auf und nieder bewegte, mindestens $^1/_2$ Grad betrug. Herr Schurich überzeugte sich von der Wirklichkeit der Erscheinung, als er den Sirius am Rande eines Daches beobachtete, wo er öfters verschwand und stets wieder auftauchte. Die Geschwindigkeit, mit welcher er den angegebenen Durchmesser durchlief, betrug etwa $1^1/_2$ bis 2 Zeitsecunden.“ Man kann diese Sternschwankungen gewiß mit dem Schwanken der vom Wasser reflectirten Bilder vergleichen, welches dann eintritt, wenn das Wasser bewegt wird, denn an ein Schwanken eines Sterns selbst wird gewiß Niemand denken wollen, sondern nur an ein Schwanken des im Luftkreise schwebenden Bildes.

Nun ist ferner zu bemerken, daß zwei von einander entfernte gleichzeitige Beobachter eines Gestirnes zwei verschiedene Bilder sehen. Gleichwie nämlich zwei Beobachter, die an zwei verschiedenen Stellen eines klaren und tiefen Teiches stehen und nach einem und demselben Steine schauen, welcher sich auf dem Boden des Teiches befindet, Beide diesen Stein nicht an seiner wirklichen Stelle, sondern an einer falschen, dem Standpunkte eines jeden Beobachters näher gerückten Stelle sehen, folglich jeder von ihnen den Stein an einer andern, keiner aber an seiner richtigen Stelle sieht; eben so muß von zwei um eine Meile und weiter von einander stehenden und nach einem und demselben Sterne schauenden Beobachtern — eben weil sie auch nicht den Stern, sondern zwei verschiedene im Luftkreise schwebende Bilder desselben sehen — Jeder den Stern an einer andern Stelle erblicken, und diese Stelle wird sogar von den verschiedenen Zuständen der Luft abhängig sein. Das wird zwar von den Astronomen anerkannt und sie suchen mit Thermo-,

Digitized by Google

Baro- und Hygrometer die Strahlenbrechung zu bestimmen, aber sie vermögen damit und mit ihren mühsam ausgearbeiteten Brechungstafeln noch nicht einmal die Erscheinungen der irdischen Strahlenbrechung zu deuten. Wie auffallend werden uns nicht Landschaften der Erde oft näher und andre Male wieder ferner gerückt! Von ganz besonderem Interesse ist in dieser Hinsicht die Verhandlung zwischen den Herrn Faye und Biot in der Sitzung der französischen Akademie vom 4. Sept. 1854, welche l'Institut. Nr. 1080 vom 13. Sept. 1854 mittheilte. Herr Faye wies nämlich darauf hin, daß die Erscheinungen der irdischen Strahlenbrechung, nicht nur in der Niederung, sondern selbst auf den Höhen der Alpen und Pyrenäen, ungemein veränderlich seien und durchaus nicht nach den bisher angenommenen Gesetzen berechnet werden könnten. Obrist Peytier habe schon Tom. IX. des Memorial du Depôt de la Guerre bewiesen, daß der von Delambre aufgestellte Coefficient der irdischen Strahlenbrechung irrig sei, und aus den Beobachtungen von Struve und Hossard ergebe sich, daß dieser Coefficient nach dem Stundenwinkel der Sonne und den Jahreszeiten abwechsle, die Gesetze dieser Abwechslung aber höchst verwickelt seien. — So hat auch schon Rothmann in einem Briefe an Tycho Brahe (Gassendi, de Tych. Brahei vita. Hagae 1655, p. 79) bemerkt, daß die Refraction in Hessen eine andere, als in Dänemark sei.

Was nützt es also, daß so viele Versuche zu Constructionen von Brechungstafeln gemacht sind, und daß die neuere Zeit diese Bestrebungen wieder mit erneutem Eifer verfolgt hat. Astronomen und Mathematiker vereinigten ihre Kräfte, aber so wie einst die Berechnungen und Theorien eines Descartes, Newton, Huyghens in ein Nichts zusammenstürzten, als man die wunderbare Brechung des isländischen Doppelspaths entdeckte (S. Arago's Werke, Bd. I., S. 97), so müssen auch alle heutigen Theorieen fallen, wenn man vorurtheilsfrei prüft und sie mit der Erfahrung zusammenhält. Deßhalb wollen die genauesten Sternverzeichnisse, Parallaxen-Beobachtungen, Längen-, Breiten- und Höhenmessungen nicht und nie unter einander stimmen, deshalb hat man die wunderlichsten Dinge ersinnen müssen, um sich so gut wie möglich aus den entstandenen Verlegenheiten zu helfen.

Indeß sind auch die Astronomen selbst weit entfernt, die Sicherheit ihrer Beobachtungen zu behaupten. Sie gestehen: „Jeder

Digitized by Google

durch eine Beobachtung eines Himmelskörpers ermittelte Ort an der Himmelskugel darf nicht als der wirkliche Ort, sondern bloß als eine Annäherung an den Ort betrachtet werden, an welchem dieser Himmelskörper im Augenblick der Beobachtung wirklich stand.“ Es ist daher die sogenannte Wahrscheinlichkeitsrechnung erfunden, in Bezug auf die Bessel (Populäre Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände, S. 400 ff.) unter Anderm sagt: „Viele halten sie für überflüssig oder gar fremdartig. Delambre hat in seiner Astronomie viel Unüberlegtes hierüber gesagt, und die Recensenten in den englischen Literatur-Zeitungen gefallen sich, darüber zu spotten, daß einige Astronomen des Continents jetzt die Bahn der Kometen, die Figur der Erde, die Entfernung der Sonne, oder was es sonst sei, nicht mehr der Wahrheit, sondern der Wahrscheinlichkeit gemäß bestimmen. Wir können dieß leicht dulden; allein wir hätten Ursache, ihnen sehr dankbar zu sein, wenn sie uns lehrten, diese Dinge nach der Wahrheit festzusetzen. Nur, wo es uns versagt ist, die Wahrheit zu erkennen, müssen wir uns mit der Wahrscheinlichkeit begnügen. Man hat nie etwas Anderes gethan oder thun können; allein oft hat man Wahrheit genannt, was nur Wahrscheinlichkeit war, und auch von dieser nicht der höchste erreichbare Grad.“

Siebente Vorlesung.

Fortsetzung der vorigen.

Um die Zeit, in welcher Descartes lebte, fallen auch die ersten Versuche, die Oberfläche des Mondes darzustellen. Hevel, der Vater der Selenographie (bildlichen Darstellung des Mondes), war aber auch sonst ein ungemein thätiger Astronom, dessen Sternverzeichniß aber bald durch bessere verdrängt wurde. Auch hat er mehre Sternbilder eingeführt.

Am Wichtigsten bleibt aber für die Geschichte der Astronomie seine Darstellung der Mondoberfläche, denn sie bezeichnet den Geist, welcher in die Sternkunde eingedrungen war. Seit durch Copernicus die Erde zu einem Planeten umgeschaffen war, mußte man folgern, daß auf den übrigen Planeten und den Monden gleiche

Digitized by Google

Verhältnisse stattfänden, wie auf der Erde, daß auch dort Sitze lebender Wesen wären, daß Berg und Thal, Festland und Meer dort abwechselten, wie bei uns. Mit einem Worte: jene Körper hatten eine neue und größere Wichtigkeit bekommen. Fontenelle schrieb über die „Mehrheit der Welten," indem er die Planeten als Erden, die Fixsterne als Sonnen darstellte, welche gleichfalls von Planeten umkreist würden, Huyghens berechnete die Größenverhältnisse der Menschen auf andern Planeten und Pater Kircher schilderte die Mondscheinabende auf der Venus, denn man wollte sogar einen Mond der Venus entdeckt haben. Dieser Streit über die Mehrheit der Welten hat sich bis in die neueste Zeit fortgesetzt, und wird namentlich in England mit großer Lebhaftigkeit geführt, als wäre das copernicanische System wahr, als wären die übrigen Weltkörper wirklich von der berechneten Größe. Allein wir haben Grund, diese Größenberechnungen sehr zu bezweifeln. In unsern Lehrbüchern der Physik findet sich eine Satzung, welche also lautet:

„Daß ein Körper uns um so kleiner erscheint, je entfernter er ist, kommt daher, daß von seinen obersten und untersten Enden Lichtstrahlen in unsere Augen kommen, die einen Winkel, den Sehwinkel, bilden, welcher um so kleiner wird, je weiter der Gegenstand entfernt ist. Da nun zwei Gegenstände von ungleicher Größe, von denen der größere entfernter, der kleinere näher ist, unter gleichem Sehwinkel geschehen gleich groß erscheinen, so folgt, daß der Sehwinkel nicht die wahre, sondern die scheinbare Größe des Gegenstandes bestimmt."

Diese Lehre wird in allen physikalischen Büchern, von allen Lehrern der Schulen mechanisch wiederholt, weil Niemand einfällt, die Wahrheit derselben zu prüfen. Sie ist aber falsch. Wenn sich das Verhältniß der scheinbaren Größe gesehener Gegenstände nach dem Verhältniß der erdachten Sehwinkel richtete, so müßte bei nahen Gegenständen mit geringer Zunahme der Entfernung eine ungeheuere scheinbare Verkleinerung, bei fernen Gegenständen mit gewaltiger Zunahme der Entfernung eine kaum merkbare Verkleinerung verbunden sein. Angenommen: ich sähe einen Stab von 2 Fuß Länge in 2 Schritt Entfernung, und träte dann noch 2 Schritt weiter zurück, so müßte ich ihn halb so groß wie vorher sehen, und das ist nicht wahr, ich werde vielmehr gar keine stattgefundene Abnahme der scheinbaren Größe gewahren. — Wenn uns ein Planet in der Entfernung von 99 Millionen Meilen in einer bestimmten

Digitized by Google

Größe sichtbar ist, so muß er, wenn er noch 1 Million Meilen weiter hinwegrückte, einen um nur $^1/_{100}$ kleiner gewordenen scheinbaren Durchmesser zeigen, — und das ist unglaublich, obschon die Astronomen es für richtig halten.

Die Hauptsache, um die Irrigkeit der Lehre von den Sehwinkeln zu beweisen, bleibt die Jedem zu jeder Zeit mögliche Beobachtung naher Gegenstände. Man kann sich durch Betrachtung derselben aus größern und geringern Fernen leicht überzeugen, daß die scheinbare Größe derselben in keinem Vergleich zu den Verhältnissen der sogenannten Sehwinkel steht. Allein die Schule weiß sich zu helfen. Sie wendet ein: „Daß wir dennoch Gegenstände, besonders bekannte, in verschiedener Entfernung in ihrer wahren Größe erkennen, ist lediglich Sache der Erfahrung und der durch Uebung erlangten Fertigkeit, aus dem Verhältniß der Entfernung auf die wahre Größe des Gegenstandes zu schließen.“ Das mag bisweilen richtig sein, aber nicht immer. Wenn ich nach einem hohen Thurme hinan blicke und sehe oben auf demselben einen Menschen, der mir winzig klein scheint, so folgere ich allerdings mit der durch Erfahrung und Uebung erlangten Fertigkeit, wie groß er in Wirklichkeit sein mag; wenn ich aber einen Tisch erst in einem, dann in zwei Schritt Entfernung betrachte und ihn das zweite Mal nicht etwa halb so groß, sondern eben so groß sehe, wie das erste Mal, dann ist dieses Erblicken in gleicher Größe eine Wirklichkeit und nicht eine aus der Erfahrung und Uebung gezogene Folgerung. Also — die Lehre von den Sehwinkeln ist so irrig, wie die ganze Physik mit blutwenigen Ausnahmen es ist.

Wir sehen alle Gegenstände nur durch den Eindruck, welchen sie auf unsre Sehnerven hervorbringen. Dieser Eindruck ist aber abhängig von den Lichtstrahlen, die von den gesehenen Gegenständen ausgehen. Je größer folglich die Menge des von ihnen ausgehenden Lichts, desto stärker der auf die Augen hervorgebrachte Eindruck, desto deutlicher und größer das Bild der gesehenen Gegenstände. Daher kommt es, daß man einen Körper um so weiter in unveränderter Größe sieht, je stärker das von ihm ausgehende Licht ist.

Man nimmt an, daß man einen nicht leuchtenden und auch nicht glänzenden (also einen sogenannten dunkeln Körper, nicht mehr sieht, wenn er fünftausend Mal so fern ist, wie sein Durchmesser

Digitized by Google

beträgt. Wenn wir also einen dunkeln Körper von 1 Zoll Durchmesser haben, so werden wir ihn in einer Entfernung von etwa 220 Schritten mit dem bloßen Auge nicht mehr sehen. Allein man nehme statt des dunkeln Körpers einen glänzenden von gleicher Größe, und wir werden ihn nach Maßgabe der Stärke seines Glanzes noch 2, 3 und mehre hundert Schritte weiter von uns hinweglegen können und ihn doch noch sehen. Setzen wir dann an seine Stelle ein Licht, dessen Flamme einen gleichen Durchmesser hat, so werden wir es in der Entfernung von etlichen tausend Schritten noch sehen, besonders des Nachts, da es auch auf den Hintergrund hierbei sehr ankommt.

Eine Menge Erfahrungen aus dem gemeinen Leben werden uns die Wahrheit des Gesagten bestätigen. Gebäude, die so fern von uns sind, daß sie gewöhnlich nicht oder kaum sichtbar sind, werden es, wenn ihre uns zugewandte Fläche von der Sonne beschienen wird. Befinden wir uns in einem verdunkelten Zimmer, so halten wir dasselbe gern für größer, als es ist; die in demselben befindlichen Gegenstände erscheinen uns nämlich in der matten Erleuchtung kleiner, werden unwillkürlich deßhalb für ferner gehalten und erweitern uns dadurch den Raum. So scheint der noch wenig erleuchtete, sichelförmige Mond einer größern Scheibe anzugehören, als der matt erleuchtete, in dem sogenannten aschfarbigen Lichte sichtbare Theil des Mondes, ein Umstand, der jedoch verschwindet, wenn man den Mond durch ein Teleskop betrachtet.

Uebrigens ist die Thatsache, daß die Lichtausstrahlung eine scheinbare Vergrößerung bewirkt, auch den Physikern bekannt und wird von ihnen die Irradiation genannt. Nur möchte ich die Erklärung, welche man uns gibt (s. z. B. Brandes in der neuen Bearbeitung von Gehlers Phys. Wörterb. Bd. V., Abth. II., S. 796) nicht unterschreiben, daß nämlich die Irradiation wegen der Reizbarkeit unsrer Sehnerven vorzüglich daraus entspringe, daß nicht bloß im strengsten Sinne diejenigen Theile der Netzhaut im Auge von dem Lichteindrucke eines sehr hellen Gegenstandes afficirt werden, auf welche das hauptsächlich durch die Krystalllinse des Auges hervorgebrachte Bild fällt, sondern auch die benachbarten den Eindruck des Lichts mit empfangen. Uns genügt, daß überhaupt der Eindruck im Verhältniß zu der Stärke des Lichts steht; das ist Erfahrung — was aber sonst drinnen im Auge vorgeht, das wissen wir nicht und werden es nicht erfahren. Ueberhaupt irren wohl

Digitized by Google

die Aſtronomen und Phyſiker, wenn ſie die Lehre von den Sehwinkeln als etwas Wirkliches beibehalten und daneben die Irradiation als eine Sinnentäuſchung gelten laſſen. Führen wir nur einen Punkt an, um zu zeigen, daß hier ein Irrthum obwaltet. Es iſt bekannt, daß die Fixſterne, mit bloßen Augen betrachtet, einen ſcheinbaren Durchmeſſer haben. Dieſer ſcheinbare Durchmeſſer ſoll nun eine durch die Irradiation bewirkte Täuſchung ſein, weil die Fixſterne bei einer Betrachtung durch das Teleſkop zu bloßen leuchtenden Punkten verſchwinden. Allein wenn man mittelſt eines Diaphragma die Oeffnung des Teleſkops, mit dem man einen Fixſtern beobachten will, verkleinert, ſo bleibt dieſer letztere nicht mehr ein Punkt, von welchem die leuchtenden Strahlen ausgehen, ſondern zeigt vielmehr eine um ſo beſtimmtere Scheibe, je kleiner die Oeffnung gemacht iſt. Durch dieſe Verkleinerung ſollte aber doch die Irradiation vollends verhindert werden! Es iſt dieſe eben mitgetheilte Beobachtung wieder eine Entdeckung der neueſten Zeit, welche uns beweiſt, wie gar ungenügend unſer Wiſſen noch iſt. Auf Sonne, Mond und Planeten bringt die Verkleinerung des Objectivs keine Wirkung hervor; warum nur auf die Fixſterne?

Schröter (Beobachtungen über die drei neuen Planeten, S. 130) hat ſchon bemerkt, daß jeder leuchtende Körper, in größere Entfernung geſtellt, nicht ſo an ſcheinbarem Durchmeſſer abnähme, wie es die Entfernung fordre, hat aber den Grund ebenfalls in der Irradiation geſucht, während v. Humboldt, der in ſeinem Kosmos manches hierher Gehörende hat, nur auf die Sehwinkel ſelbſt Rückſicht nimmt. Er ſagt (Bd. III., S. 68 — 70 a. a. O.): „Bei terreſtriſchen“ (warum nicht auch am Himmel, da wir doch ſonſt die dort oben geltenden Geſetze aus den hier unten vermeintlich erkannten folgern?) „Gegenſtänden beſtimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenſtandes die Größe des kleinſten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge.“ (Richtiger: „... beſtimmt . . . die Entfernung, in welcher der ſcheinbare Durchmeſſer noch groß genug bleibt, um geſehen werden zu können,“ ob mit bewaffnetem oder unbewaffnetem Auge, iſt dabei gleichgültig, denn für erſteres gelten gleiche Geſetze.) „Schon Adams hat ſehr richtig bemerkt, daß eine dünne, lange Stange viel weiter ſichtbar ſei, als ein Quadrat, deſſen Seite dem Durchmeſſer derſelben gleich iſt. Einen Strick ſieht man weiter, als einen Punkt, auch wenn beide gleiche Durchmeſſer haben. Arago hat durch Winkelmeſſung der

Digitized by Google

von der pariser Sternwarte aus sichtbaren fernen Blitzableiter den Einfluß der Gestaltung (des Umrisses der Bilder) vielfachen Messungen unterworfen. In der Bestimmung des kleinstmöglichsten optischen Sehwinkels, unter welchem irdische Gegenstände dem bloßen Auge erkennbar sind, ist man seit Robert Hooke, der noch strenge eine volle Minute festsetzte, bis Tobias Mayer, welcher 34″ für einen schwarzen Fleck auf weißem Papier forderte, ja bis zu Leeuwenhoeks Spinnfäden (unter einem Winkel von 4″, 7 bei sehr gewöhnlicher Sehkraft sichtbar) immer vermindernd fortgeschritten. In den neuesten, sehr genauen Versuchen Hueck's über das Problem der Bewegung der Krystalllinse wurden weiße Striche auf schwarzem Grunde unter einem Winkel von 1″, 2, ein Spinnenfaden bei 0″, 6, ein feiner glänzender Draht bei kaum 0″, 2 gesehen. Das Problem ist gar nicht im Allgemeinen numerisch zu lösen, da Alles von den Bedingungen der Gestalt der Objecte, *ihrer Erleuchtung, ihres Contrastes mit dem Hintergrunde, von dem sie sich abheben, der Bewegung oder Ruhe und der Natur der Luftschichten, in denen man sich befindet, abhängt.* — Einen lebhaften Eindruck machte es auf mich einst, als auf einem reizenden Landsitze des Marques de Selvalegre zu Chillo, unfern Quito, wo man den langgestreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer trigonometrisch gemessenen Entfernung von 85,000 pariser Fuß vor sich ausgestreckt sieht, die Indianer, welche neben mir standen, meinen Reisebegleiter Bonpland, der eben allein auf einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, sich vor schwarzen basaltischen Felswänden fortbewegenden Punkt früher erkannten, als wir ihn in dem aufgestellten Fernrohre auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (später im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße, sich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge sichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel, den landesüblichen Poncho, gehüllt. Bei der Annahme einer Schulterbreite von 3—5 Fuß, da der Mantel bald fest anlag, bald weit zu flattern schien, und bei der bekannten Entfernung ergaben sich 7″ bis 12″ für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenstand deutlich gesehen wurde. Weiße Objecte auf schwarzem Grunde werden nach Hueck's wiederholten Versuchen weiter gesehen, als schwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtstrahl kam bei heiterm Wetter durch dünne Luftschichten von 14,412 Fuß Höhe

Digitized by Google

über der Meeresfläche zu unsrer Station in Chillo, das selbst noch 8046 Fuß hoch liegt. Die ansteigende Entfernung war 85,596 Fuß oder $3^{7}/_{10}$ geographische Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden Stationen sehr verschieden, oben wahrscheinlich 194 Linien und 8° C., unten nach genauer Beobachtung 250, 2 Linien und 18°, 7 C."

So weit Herr von Humboldt. Man muß sich wundern, wie bei solcher Erkenntniß noch immer auch nur das Geringste auf die Sehwinkel gegeben werden kann, da diese mit der Sichtbarkeit in gar keinem Zusammenhange stehen, sondern es, wie der berühmte Verfasser des Kosmos richtig bemerkt hat, vielmehr auf die Erleuchtung, den Hintergrund und die Natur der Luftschichten ankommt, was aber Alles wieder auf Eins hinausläuft, nämlich auf die Menge des Lichts, das von einem Gegenstande ausgeht. Daher haben bereits Reisende zur See — denn auf dem Lande bringen die Unebenheiten zu mannigfache Hindernisse hervor — die Bemerkung gemacht, daß es unmöglich sei, die Entfernungen zu bestimmen, bis zu denen das Licht der Leuchtthürme sichtbar sei, und von dem elektrischen Lichte hat man behauptet, daß es, so weit die Rundung der Erde erlaube, in einer kaum verminderten Größe sichtbar bleibe. Aehnliche Erfahrungen hat schon früher Gauß (vgl. De Zach, Corr. astron. VI., p. 66) mit dem von ihm erfundenen Heliotroplicht gemacht, welches darin besteht, daß das Sonnenlicht durch zusammengesetzte kleine Spiegel nach einer bestimmten Richtung zurückgeworfen wird. Gauß benutzte das Heliotroplicht bei trigonometrischen Messungen im Königreich Hanover und gibt von der Sichtbarkeit desselben a. a. O. folgende Beispiele. Die Entfernung vom Lichtenberge bis zum Berge Hill ist 39,952 Meter; die des Lichtenberges vom Brocken 42,437 Meter; vom Hill zum Brocken 55,122 Meter. Auf den drei ersten Entfernungen sah man das von einem dreizölligen Spiegel reflectirte Licht immerfort mit bloßen Augen; auf der letzten Distanz war es, wenn die Umstände die Beobachtung irgend begünstigten, gleichfalls sichtbar, und einmal, unter besonders günstigen Umständen, sah man das vom Brocken ans reflectirte Licht sogar auf dem Hohenhagen bei Dransfeld in 69,194 Meter = 213,010 par. Fuß Entfernung mit bloßem Auge. Im Fernrohre konnte man das Licht vom Inselsberge auf dem Brocken in 105,957 Meter Entfernung noch sehen.

Digitized by Google

Auch der Umstand, daß man bei reinerer Luft entfernte Gegenstände näher erblickt (d. h. mit vergrößertem scheinbaren Durchmesser, wodurch die scheinbare Näherung bewirkt wird) läuft auf dasselbe hinaus, da die reinere Luft den zu unsern Augen dringenden Lichtstrahlen weniger Hindernisse bereitet. So sehen wir Ortschaften, die von gewissen Punkten aus so fern liegen, daß sie kaum zu bemerken sind, an heitern und kalten Morgen oft so nahe gerückt, daß man jedes einzelne Haus deutlich erkennen kann. Gegenstände am Horizont ändern bei verschiedenem Zustande der Luft ihre scheinbare Höhe um mehre Minuten, und obgleich diese Aenderung geringer ist, wenn der Beobachter sich selbst ziemlich hoch über der zwischen ihm und dem beobachteten Gegenstand liegenden Ebene befindet, so bleibt der Einfluß des Zustandes der Luft immer noch bedeutend. Daher stimmen auch nie zwei trigonometrische Höhenmessungen mit einander überein. Vielleicht war es auch die reinere Luft, welche es Humboldt möglich machte, seinen Freund in einer Entfernung von fast vier geographischen Meilen noch zu sehen. Wie nun, wenn wir weiter folgerten und zu dem Schlusse kämen, daß in den höhern Regionen, in denen keine Dünste mehr vorhanden sind, überhaupt keine Verkleinerung der Gegenstände mit der Entfernung mehr vor sich ginge, sondern alle Lichtstrahlen unvermindert sich fortpflanzten? Wenn wir zu dem Schlusse gelangten, daß die Bilder der Gestirne, von denen wir ja überhaupt nicht wissen, in welcher Höhe sie entstehen, bis an die Gränze unsers Dunstkreises mit unverminderter Größe sich fortpflanzten, so wie aber auch überhaupt eine Verkleinerung derselben als leuchtender Körper nur in geringen Verhältnissen stattfinden kann.

Damit schwänden die angenommenen Größen der Himmelskörper. Man hat z. B. den Winkel gemessen, unter welchem wir den Mond sehen und dann nach der angenommenen Entfernung des Mondes und dem angenommenen Durchmesser der Erdaxe berechnet, unter welchem Winkel ein Mondbewohner die Erde sehen würde. Man fand danach, daß den Mondbewohnern der Durchmesser der Erde unter einem Winkel von 2° erscheinen müsse, wogegen uns der Durchmesser der Mondscheibe nur 32′ 46″ groß erscheint. Nun folgerte man: Die wahren Durchmesser zweier gleichweit von einander entfernten Kugeln verhalten sich zu einander wie ihre scheinbaren Durchmesser, d. i. wie die Winkel, unter denen sie gesehen werden. Wie sich hiernach der scheinbare Durch-

Digitized by Google

meſſer der vom Monde aus geſehenen Erde (2°) zum ſcheinbaren Durchmeſſer des von der Erde aus geſehenen Mondes (von 32′ 46″) verhält, ſo verhält ſich der wahre Durchmeſſer der Erde (von 1719 Meilen) zum wahren Durchmeſſer des Mondes, den man bei dieſer Berechnung zu c. 468 teutſchen Meilen fand. So, meint man, würde von der Sonne aus die Erde unter dem Winkel von 17″, 2 geſehen werden, während wir die Sonne unter dem Winkel von 32′ oder 1920″ ſehen. Die Durchmeſſer beider Körper in dem Verhältniß dieſer Zahlen angenommen, muß der Durchmeſſer der Sonne 110 Mal größer ſein, als derjenige der Erde. Das Quadrat dieſer Zahl iſt das Verhältniß der Flächen, der Kubus das des Volumens, und es iſt ſomit berechnet, daß die Sonne 1,300,000 Mal größer, als die Erdkugel ſei. Das wäre nun mathematiſch ganz recht, aber man wird ſich wohl gewöhnen müſſen, das mathematiſch Richtige nicht immer als abſolut Richtiges zu betrachten. Es fragt ſich, ob ein Mondbewohner (angenommen nämlich, daß es ſolche gäbe) die Erde unter einem Winkel von nur 2° ſehen würde. Mathematiſch iſt dieſer Geſichtswinkel richtig berechnet (wenn wir nämlich keinen Zweifel gegen die angenommene Größe des Erddurchmeſſers und der Mondentfernung erheben wollen), aber wir haben ſchon geſehen, daß die berechneten Sehwinkel nicht mit den wirklichen, erfahrungsgemäßen ſtimmen. Es wäre gar nicht unmöglich, daß man vom Monde aus die Erde unter einem unendlich größern Sehwinkel ſähe. Eben ſo verhält es ſich mit dem Sehwinkel, unter welchem wir den Mond ſehen. Wenn Jemand eine Reiſe nach dem Monde machen könnte, ſo iſt es ſehr die Frage, ob ſich der Sehwinkel dieſes Geſtirns in dem Verhältniß der Annäherung vergrößern würde. Ich glaube es nicht, denn jedenfalls ſehen wir den Mond unter einem weit andern Sehwinkel, als ſich derſelbe ergeben würde, wenn wir von der Erde aus zwei Linien nach den Endpunkten eines Monddurchmeſſers ziehen könnten. Der Mond, den wir ſehen, iſt nicht das Geſtirn ſelbſt, ſondern ſein in unſerm Dunſtkreiſe durch Strahlenbrechung entſtandenes Bild. Auf dem Wege von dem wirklichen Monde bis zu dieſem Bilde findet gewiß gar keine Verkleinerung ſtatt, weil wir auf unſrer Erde ſchon die Erfahrung machen können, daß die mit der Entfernung verbundene ſcheinbare Verkleinerung eine um ſo geringere iſt, je freier von Dünſten die Luft iſt. Sehen wir alſo den Mond kleiner, als er iſt, ſo kann dieſe Verklei-

Digitized by Google

nerung nur auf dem Wege von dem Eintritt seines Bildes in unsern Dunstkreis bis zu uns stattfinden. Aber auch auf diesem Wege verkleinert sich sein scheinbarer Durchmesser nicht nach dem Gesetz des mathematisch bestimmten Sehwinkels, sondern nach dem Gesetz der Erleuchtung, und da wir weder dieses ergründen können, noch die Entfernung des Mondbildes von uns, wobei wir auf das früher über die Strahlenbrechung Gesagte verweisen, so können wir auch auf keinen Fall die wahre Größe des Mondes berechnen. Nur so viel steht fest, daß man dieselbe viel zu groß berechnet hat und daß der Mond aller Wahrscheinlichkeit nach nicht viel größer ist, als wir ihn sehen.

Dasselbe muß hinsichtlich der übrigen Himmelskörper und zwar in noch größerm Maße stattfinden, weil sie ein intensiveres Licht haben. Sie sind also nicht so groß, wie man gewöhnlich annimmt, sind wahrscheinlich nicht größer, als sie gesehen werden.

Nur Eins könnte unsrer Theorie zu widersprechen scheinen, nämlich der Umstand, daß man Sonne, Mond und Planeten abwechselnd größer und wieder kleiner sieht. Nachdem die ältern Astronomen an der Erklärung dieser Erscheinung verzweifelt waren, bewies Kepler, daß die Bewegungen der Weltkörper elliptische wären und daher Sonne und Mond bald der Erde näher, bald ferner ständen und danach größer oder kleiner erscheinen, so wie auch die Planeten, je nachdem sie in der Erdnähe oder Erdferne ständen, einen größern oder mindern scheinbaren Durchmesser zeigten. So nimmt man an, daß die Erde bei ihrem elliptischen Umlaufe um die Sonne, dieser am 1. Januar am nächsten, am 2. Juli am fernsten stehe, und alle astronomischen Lehrbücher theilen uns demgemäß mit, der größte scheinbare Durchmesser der Sonne betrage am 1. Januar 32′ 33″ 7, der kleinste am 2. Juli 31′ 29″ 2. Nun hat aber von Lindenau aus langjährigen Beobachtungen gefunden, daß man zwei Mal im Jahre die Sonne größer und zwei Mal kleiner sehe. Damit wäre also wieder ein Beweis gegeben, daß das Copernicanische System, daß die elliptischen Bahnen nach dem ersten Keplerschen Gesetze ein Irrthum sind, daß wir, je weiter wir mit unsrer Kenntniß des Himmels vorschreiten, um so mehr uns in Unbegreiflichkeiten und Unerklärlichkeiten verwickeln. Dergleichen verschweigt man aber sorgfältig, um die „Königin Astronomie“ nicht von ihrem Throne zu stoßen, und labt sich an Tiraden, wie die folgende aus der Exposition du Système du Monde

Digitized by Google

von Laplace entlehnte: „Die Astronomie ist durch die Würde ihres Gegenstandes und die Vollkommenheit ihrer Theorie das schönste Denkmal des menschlichen Geistes, der ehrenvollste Titel seiner Einsicht. Der Mensch, durch die Täuschungen seiner Sinne und seiner Eigenliebe verleitet, hat sich lange als den Mittelpunkt der Bewegungen der Gestirne betrachtet, und sein eitler Wahn ist durch die Schrecken, welche sie ihm einflößten, bestraft worden. Endlich ließen mehre Jahrhunderte von Arbeiten den Schleier fallen, der ihm das System der Welt verdeckt hatte. Alsdann hat sich der Mensch auf einem im Sonnensystem kaum bemerkbaren Planeten erblickt, und den weiten Raum dieses Sonnensystems nur als einen unmerklichen Punkt in der Unermeßlichkeit des Raums kennen gelernt. Die feinen Ergebnisse, zu welchen diese Entdeckung den menschlichen Geist geführt, sind indeß ganz geeignet, ihn wegen des der Erde durch sie angewiesenen Ranges dadurch zu trösten, daß sie ihm seine eigene Größe in der außerordentlichen Kleinheit der Basis zeigen, die ihm zur Ausmessung des Himmels gedient hat. Laßt uns daher mit Sorgfalt bewahren und vermehren die Anzahl dieser hohen Kenntnisse, welche die Wonne der denkenden Geister sind!“

Verzeihen wir dem Manne sein Gerede und zeigen wir auch noch am Uranus, daß die modernen astronomischen Annahmen ein Unding sind. Schon Matalène hat (Anti-Copernic, p. 41) gesagt: „Wenn die Erde um die Sonne liefe, so würde sich Uranus nur ein Mal in je 84 Jahren in derselben relativen Stellung befinden, weil an jedem Tage während dieser langen Reihe von Jahren eine Stellungsdifferenz von 137,545 franz. Meilen stattfinden müßte. Es würde sogar alle 6 Monate die ungeheuere Entfernungsdifferenz von 72,800,000 franz. Meilen zwischen Uranus und Erde eintreten, indem die Erde, wenn heute um diese Weite vom Uranus ferner, nach 6 Monaten um dieselbe ihm näher sein würde; es müßte demnach Uranus in der Erdferne, also ziemlich 6 Monate des Jahres, selbst durch die besten Teleskope unsichtbar sein, während man doch nie in der Wirklichkeit eine Verschiedenheit in der Entfernung des Uranus von der Erde, noch auch eine Verschiedenheit desselben bemerkt. Die Erde verändert also ihre Stelle nicht; es findet eine stets gleiche Entfernung zwischen ihr und dem Uranus statt; folglich geht die Erde nicht um die Sonne, sondern

Digitized by Google

es ist die Sonne, welche um die Erde geht, die das Centrum des Planetensystems einnimmt."

Die Sache ist ganz klar. Wir bitten unsre Leser, nur ein copernicanisches Weltsystem anzusehen. Der dritte auf demselben um die Sonne gezogene Kreis (der punktirte auf Fig. 2) ist der, welchen die Erde in einem Jahre durchlaufen soll. Der vorletzte, auf den ältern der äußerste (auf Fig. 2, welche nur dem tychonischen System gewidmet ist, noch ganz fehlende) Kreis ist der, welchen Uranus in 84 Jahren durchlaufen soll. Denken wir uns jetzt Uranus und Erde beide rechts von der Sonne und so gestellt, daß eine gerade Linie durch Sonne, Erde und Uranus gezogen werden kann, so würde Uranus nur um $^1/_{168}$ des Kreises von seiner Stelle gerückt sein, wenn die Erde schon links von der Sonne angekommen ist und also 41,000,000 Meilen ferner von ihm steht, als das 6 Monate früher der Fall war. Nun behaupten die Copernicaner, daß die Sonne den Erdbewohnern um den 60. Theil ihres Durchmessers der Erde größer erscheine, wenn diese ihr um etwa 695,000 Meilen näher gerückt sei. Sie sagen nämlich, in der Erdnähe sei die Sonne 20,334,825 Meilen von uns entfernt und habe für uns einen scheinbaren Durchmesser von 32 Minuten $33^7/_{10}$ Secunden; in der Erdferne sei dagegen die Sonne 21,030,055 Meilen von uns, und ihr scheinbarer Durchmesser betrage 31 Minuten 29 Secunden. Ein so bedeutender Unterschied der Größe eines so stark leuchtenden Körpers fände also bei einem für Copernicaner so geringen Unterschiede der Entfernung statt! Ein Unterschied von 33 Secunden! Und die scheinbare Größe des wegen seines matten Lichts kaum erkennbaren Uranus beträgt überhaupt nur 3 oder 4 Secunden; müßte er also nicht schon verschwinden, wenn die Erde nur 50,000 Meilen weiter von ihm hinwegrückte? Nun sind aber die Verhältnisse zwischen Uranusnähe und Uranusferne noch bedeutender, als Matalène sie angegeben. Mädler sagt in seiner Populären Astronomie S. 268: „Die größte Entfernung (des Uranus) von der Erde kann bis auf $435^3/_4$ Millionen Meilen steigen, die geringste ist $357^1/_4$ Millionen. In jener erscheint der Uranus $3^1/_2$ Secunden, in dieser $4^3/_{10}$ Secunden im Durchmesser groß." Bei der strahlenden Sonne bringt also eine größere Entfernung von 695,000 Meilen eine Verkleinerung des scheinbaren Durchmessers von 33 Secunden hervor; bei dem mattleuchtenden Uranus veranlaßt die weitere Entfernung von $78^1/_2$ Millionen

Digitized by Google

Meilen nur eine Verkleinerung des scheinbaren Durchmessers von $^{4}/_{5}$ Secunden! Wie stimmt das? Mit der mathematischen Lehre von den Sehwinkeln allerdings, nicht aber mit der gesunden Vernunft. Ist nicht dieser einzige Punkt genügend, den Beweis zu führen, daß das ganze copernicanische System die gedankenloseste Phantasterei (um uns des Hegelschen Ausdrucks zu bedienen) ist? daß sich Jeder schämen sollte, demselben auch nur den geringsten Werth einzuräumen? Uebrigens möchte ich annehmen, daß nur einer der beiden angegebenen Uranus-Durchmesser durch Messung, der andere aber durch Berechnung erlangt sei, weil sie mit der Rechnung zu genau stimmen. Man kann sich durch einfache Regeldetri überzeugen, daß ein Körper, der in $357^{1}/_{2}$ Mill. Meilen $4^{3}/_{10}$ Secunden scheinbaren Durchmesser hat, in $435^{3}/_{4}$ Mill. M. $3^{1}/_{2}$ Secunden Durchmesser haben würde, wenn eine solche Rechnung überhaupt hier gelten könnte, da ja die Gesetze der Verkleinerung der Körper nicht allein von der Entfernung, sondern noch mehr von der Intensität des Lichts abhängen. In der Natur stimmen daher diese scheinbar richtigen Berechnungen nie. Die beiden angegebenen scheinbaren Sonnendurchmesser sind z. B. durch allerdings falsche Messungen, wie die angegebenen Beobachtungen von Lindenau dargethan, aber doch durch Messung gefunden und stimmen daher nicht mit denen, die man durch Berechnung finden würde. Wenn wir nämlich aus dem Durchmesser der Sonne in der Sonnennähe den in der Sonnenferne berechnen, so erhalten wir für diesen 31′ 28″, was mit der durch Messung gefundenen Größe nicht stimmt. Die Hauptsache bleibt aber, daß der in der größten Nähe wegen seines matten Lichts kaum erkennbare Uranus $78^{1}/_{2}$ Mill. M. weiter entfernt noch eben so genau erkennbar sein soll, während doch — ein neuer Widerspruch! — nach der Annahme der Astronomen die hellsten Kometen schon über die Jupitersbahn hinaus nicht mehr sichtbar sein sollen.

Wir müssen diese Gelegenheit ergreifen, um zu warnen, daß man nicht Alles als wahr hinnehme, was mathematisch gefunden ist. Die Mathematik zeichnet sich allerdings, so weit sie von Erfahrungen abhängig ist, durch eine vollkommene Gewißheit und durch eine jedem gesunden Verstande deutlich zu machende Evidenz vor allen Wissenschaften aus; allein sobald bei der Anwendung auf die Natur Hypothesen zu Grunde gelegt werden müssen, so gewährt auch die strengste Consequenz ihrer Schlüsse keine genaue

Digitized by Google

Einsicht mehr in den Zusammenhang der Erscheinungen. Daher sieht sich selbst Brandes (in Gehlers phys. Wörterb. Bd. VI., Abth. II., S. 1480) zu dem Geständniß genöthigt, daß die Lehren der angewandten Mathematik der Möglichkeit des Irrthums und einer schwer zu entscheidenden Unsicherheit unterworfen seien, „was sogar manche scharfsinnige Physiker zu der Meinung verleitet habe, daß die Zurückführung der Naturerscheinungen auf mathematische Betrachtung keineswegs so sehr zu empfehlen sei.“ Ganz lächerlich ist es, wie man gewissen Lieblingsgesetzen des Calculs Realität in der Natur vindicirt hat, z. B. den Quadratgesetzen. Nach diesen sollen die Sterne sich bewegen, die Körper fallen, die Pendel schwingen, das Licht leuchten, die Wärme abnehmen ꝛc. und noch Niemand hat diese Quadratgesetze beweisen können, obschon Jeder auf dieselben, wie auf ein Evangelium schwört. Auch das muß als eine lächerliche Eitelkeit getadelt werden, daß die Astronomen und Physiker sich meist schwieriger mathematischer Formeln bedienen, wo sie durch einfache und leichte Rechnungen ausreichen würden. Die „unschätzbaren Erleichterungen,“ welche die höhere Analysis darbieten soll, sind eine Lüge; diese höhere Analysis befördert im Gegentheil nur die Oberflächlichkeit, indem sie des Denkens, des tiefern Eindringens in den Gegenstand mit dem Verstande, überhebt und dem unklar Gedachten einen schimmernden Formelnmantel umhängt. Wäre sie nicht, so würden die Lehrer und die Lernenden gezwungen sein, sich eine klare Einsicht zu verschaffen, denn nur das kann mit Worten deutlich ausgesprochen werden, was dem Geiste vollkommen deutlich geworden ist — und es würde dann nicht mehr möglich sein, den crassesten Unsinn hinter dem Nebelschleier auswendig gelernter mathematischer Formeln als tiefe Wahrheit zu betrachten. Mit Recht hat daher schon Roloff (Reform der Naturw. Heft I., S. 52) gesagt, daß die Nichtanerkennung der Naturgesetze daher komme, weil die neuere Physik ganz und gar in Mathematik aufgegangen sei. Besonders aber war Göthe über den Mißbrauch der Mathematik und die Anmaßungen der Mathematiker sehr empört, aber leider war er selbst zu wenig mathematisch gebildet, um einen tiefern Blick zu thun und die Nichtigkeit der mathematischen Physiker in ihrem ganzen Umfange erkennen zu können. Seine Urtheile würden dann noch ganz anders gelautet haben, als „sie sind wunderliche Leute, durch das Große, das sie leisteten, haben sie sich zur Universalgilde aufge-

Digitized by Google

werfen und wollen nichts erkennen, als was in ihren Kram paßt, was ihr Organ behandeln kann.“ Oder:

„Das iſt eine von ihren alten Sünden:
Sie meinen: Rechnen, das ſie Erfinden,
Und weil ſie ſo viel Recht gehabt,
So ſei ihr Unrecht mit Recht begabt.
Und weil die Wiſſenſchaft exact,
So ſei Keiner von ihnen vertract.“

Achte Vorleſung.

Fernere Entdeckungen.

Man findet in den Lehrbüchern der Phyſik angegeben, daß ſich das Licht in einer Secunde ungefähr 42,000 Meilen fortpflanze. Der Entdecker dieſes Lehrſatzes war der däniſche Aſtronom Olaus Römer im Jahr 1675. Leider iſt aber auch dieſe Entdeckung eine von denen, welche von Allen, die nicht gewohnt ſind, blindlings zu glauben, ſondern ſelbſtſtändig prüfen, verworfen wird. Selbſt die Aſtronomen von Fach bezweifeln ſie noch immer und möchten daher durch Verſuche ſich Gewißheit verſchaffen, — aber keiner dieſer Verſuche hat zu Reſultaten geführt. Es würde uns zu weit führen, wollten wir uns weiter über dieſelben verbreiten, und wir verweiſen daher nur auf Liebig und Kopp's Jahresbericht für 1853, Heft 1, S. 149 und Poggendorff's Annalen LXXXVIII, 538. LXXXIX, 352. Was Röttger zur Widerlegung der Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts angeführt hat, werden wir ſpäter mittheilen, nachdem wir vorher noch von der Aberration, einer Entdeckung des engliſchen Aſtronomen Bradley, geſprochen haben, denn Bradley erklärte die von ihm beobachtete ſogenannte Aberration durch die Verzögerung des Lichts, und der Aufſatz von Röttger widerlegt daher zu gleicher Zeit die Entdeckung von Römer und die von Bradley.

Zuvor wird es aber nöthig ſein, einige Worte über die Art und Weiſe zu ſagen, wie man die Entfernung eines Gegenſtandes mißt, den man wohl ſehen, zu dem man aber nicht gelangen kann.

Digitized by Google

Sehen wir nämlich einen Gegenstand a von zwei verschiedenen Standpunkten b und c aus, merken wir uns darauf die beiden Winkel an, unter denen wir den Gegenstand a von den Standpunkten b und c sehen, und messen wir ferner die Entfernung von b nach c (die Standlinie), so haben wir damit drei Größen, welche zur Construirung eines Dreiecks hinreichen: zwei Winkel und eine Seite. Es ist uns damit ferner möglich, die Größe des ganzen Dreiecks und folglich auch die Entfernung a von allen Punkten der Linie bc zu berechnen. Der dritte Winkel des gefundenen Dreiecks, derjenige, welcher in den Punkt a fällt, heißt der parallaktische Winkel oder die Parallaxe. Je ferner der Punkt a von der Linie bc, desto kleiner muß natürlich die Parallaxe werden. Man hatte auf diese Weise schon im Alterthum die Entfernung des Mondes berechnet, und Hipparch bestimmte dieselbe aus der von ihm gefundenen Parallaxe als zwischen 62 und $72^1/_2$ Erdhalbmessern schwankend. Bei spätern Berechnungen ergab sich die Parallaxe immer größer, so daß also die Entfernung des Mondes immer geringer berechnet wurde. Gegenwärtig nimmt man an, daß dieselbe zwischen 57 und $63^1/_2$ Erdhalbmessern schwanke. Man ist vielfach der Meinung, durch die Vervollkommnung der Meßinstrumente sei eine größere Schärfe der Berechnung erlangt. Wie nun, wenn man annähme, der Mond wäre dadurch scheinbar näher gerückt, weil die Dichtigkeit der Atmosphäre abgenommen, ihr Brechungsvermögen also nicht mehr so stark und dadurch die Parallaxe verringert sei? Indeß räume ich gern ein, daß derjenige am klügsten ist, welcher gerade zu sagt: Noch nie hat ein Mensch des Mondes Entfernung richtig berechnen können, und wahrscheinlich wird es auch nie geschehen, weil keine Aussicht vorhanden, die richtigen Grundlagen für eine solche Berechnung zu finden. Zunächst müßte man die Standlinie kennen, und diese kann man nicht finden, weil man die Gestalt der Erde nicht kennt und nicht kennen lernen kann, wie wir später zeigen werden.

Noch schwieriger zeigte es sich, die Parallaxe der Sonne zu finden. Wohl sehen wir sie weiter nach Norden und weiter nach Süden rücken, und zwei Beobachter, deren Einer hundert Meilen südlicher steht, als der Andere, würden schon eine ziemliche Parallaxe finden; allein man sagt, daß ist eine durch die Rundung der Erde und dadurch, daß die Beobachter mit den Füßen gegen den Mittelpunkt der Erde stehen, hervorgebrachte Parallaxe, und die Sehne

Digitized by Google

des zwiſchen beiden Beobachtern liegenden Bogenſegments läßt keine Parallaxe finden. Da lehrte Ariſtarch mit Hilfe des Mondes eine Parallaxe der Sonne finden. Iſt aber die Entfernung des Mondes zu weit berechnet, ſo mußte ſich auch eine zu große Entfernung der Sonne herausſtellen. Und ſo zieht ein Irrthum in der Aſtronomie ſtets zahlloſe andere nach ſich, weil jedes Gefundene, wenn auch als unſicher betrachtet, doch wieder die Grundlage zu neuen Forſchungen und Rechnungen abgiebt, die man dann für richtig zu halten pflegt.

Eine Parallaxe der Fixſterne wollte ſich gar nicht finden. Ariſtarch hatte den Umlauf der Erde um die Sonne angenommen und doch ließ der Durchmeſſer der Erdbahn noch keine Parallaxe finden, denn am 1. Januar ſah man die Fixſterne in derſelben Richtung, wie am 1. Juni. Ariſtarch ſtellte, wie wir ſchon wiſſen, bereits die Anſicht auf, daß der Durchmeſſer der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixſterne zu einem Punkt verſchwinde. Aber die Bildung ſeiner Zeitgenoſſen war noch zu groß, als daß ein ſo kühnes Mährchen hätte geglaubt werden ſollen. Erſt in den dunkeln Zeiten eines Copernicus und Kepler konnte man ſich dergleichen Bären aufbinden laſſen, und die Aſtronomen der ſpätern, lichter gewordenen Zeiten hatten gleichſam den Irrthum mit der Muttermilch eingeſogen, nahmen ihn alſo gedankenlos an.

Dennoch mußten ſie ſich geſtehen und geſtehen noch jetzt, daß ſo lange kein Beweis für das copernicaniſche Syſtem vorhanden ſei, wie der Durchmeſſer der Erdbahn keine Parallaxe der Fixſterne habe auffinden laſſen. Es iſt daher das fortgeſetzte ängſtliche Bemühen der Aſtronomen, Parallaxen zu ſuchen, und diejenigen, welche ihre Kenntniſſe den gewöhnlichen Lehrbüchern und populären Schriften entlehnen, müſſen auch der Meinung ſein, daß man bereits von vielen Fixſternen ſolche gefunden habe, allein ſo klein, daß man die Entfernung auf mindeſtens 4 bis 8 Billionen Meilen anſchlagen müſſe. Wer es aber weiß, was es heißt, ſo ungemein kleine, noch keine halbe Secunde betragende Winkel, welche man als die gefundenen Parallaxen angiebt, ſelbſt mit den beſten Inſtrumenten und unter Anwendung der höchſten Genauigkeit zu beſtimmen, welche Täuſchungen durch die veränderlichen Strahlenbrechungen und die eignen, noch keineswegs genau bekannten Bewegungen der Geſtirne veranlaßt werden, der wird den Verſicherungen von ſolchen gefundenen Parallaxen wenig vertrauen, und wirklich iſt

Digitized by Google

es auch ein reiner Zufall, wenn zwei Beobachter gleiche Größen auffinden.

Es war im Jahr 1725, als Molineux und Bradley die genauesten Beobachtungen begannen, ob sich aus dem Umlauf der Erde um die Sonne keine Parallaxe der Fixsterne ergeben würde. Wenn wir auf einem See noch rechts fahren, so scheint das gegenüberliegende Ufer nach links abzuweichen und umgekehrt. Eine solche dem Laufe der Erde entgegengesetzte Abweichung der Gestirne durfte man damals noch zu entdecken und danach die Parallaxe der Fixsterne zu berechnen hoffen. Wenn man eine Erdkugel (s. Fig. 1) mit gegen ihre Bahn geneigter Axe so um ein Licht führt, wie es zur Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten nach dem copernicanischen System nöthig ist, und sich dabei die Decke des Zimmers mit Fixsternen bedeckt denkt, so wird man finden, daß in der Zeit vom längsten zum kürzesten Tage die Fixsterne scheinbar südlich, in der Zeit vom kürzesten zum längsten Tage scheinbar nördlich abweichen müßten. Aber Bradley's genaue Beobachtungen ergaben eine Bewegung der Fixsterne, welche dem Umlaufe der Erde um die Sonne direkt widersprach. Die Fixsterne weichen vom Herbst zum Frühling nach Süden, vom Frühling zum Herbst nach Norden. Bradley war in Verzweiflung. Er glaubte sich getäuscht zu haben. Die Versuche wurden wiederholt und gaben stets dasselbe Resultat. Man mußte sich also damit trösten, daß man die Sterne ein Vierteljahr später an den Orten sähe, wo man sie sehen müßte, wenn das copernicanische System Wahrheit enthielt.

Dennoch wollte man dieses nicht fahren lassen, weil man sich damit eine zu große Blöße gegeben hätte. Man suchte vielmehr die gefundene Erscheinung als einen Schein zu erklären, wie man das schon in allen den übrigen Dingen, welche dem System widersprachen, gewohnt war. Die verschiedenen Erklärungsversuche, welche man damals machte, finden sich in der Edinburgh Encyclop. Vol. I., p. 22 zusammengestellt. Jetzt findet man in den Lehrbüchern nur noch zwei.

Die erste dieser beiden Erklärungen ist auch in das Brockhaus'sche Conversationslexikon aufgenommen. Es heißt dort Art. Abirrung des Lichts: „Wenn wir einen Gegenstand sehen, so geschieht dieß, indem die von diesem Gegenstande ausfahrenden Strahlen unser Auge treffen, und wir suchen den Ort des Gegenstandes

Digitized by Google

in der Richtung auf, in welcher dies geschieht. Man stelle sich jetzt die in ihrer Bewegung um die Sonne begriffene Erde und vorerst einen Fixstern vor, der Lichtstrahlen senkrecht auf die Richtung dieser Bewegung absendet. Das Auge des Beobachters und der Lichtstrahl stoßen dadurch zusammen, und da der Beobachter von seiner eignen Bewegung nichts verspürt, so legt er dieselbe dem Lichte in entgegengesetzter Richtung bei, wie man z. B. auf einem Kahne die Bäume längs dem Ufer an sich vorbeilaufen sieht. Also mißt das Auge dem Lichte hier, außer seiner senkrechten Bewegung, noch eine andere ihm entgegenkommende bei, und empfängt daher den Eindruck desselben in der Richtung, welche aus dieser zusammengesetzten Bewegung entspringt, nämlich in der Diagonale des Parallelogramms, dessen Seiten die wirkliche und die eingebildete Bewegung des Lichts (d. i. die Bewegung der Erde) in gleicher Zeit bilden. An seinem wahren Orte erblickt der Beobachter den Stern nur, wenn er sich demselben in gerader Linie entweder nähert oder von ihm entfernt; bei jeder andern Richtung der Bewegung erscheint der Stern in dieser Richtung ein wenig (das Maximum ist 20,25 Secunden) vorwärts gerückt; und diese aus der Bewegung der Erde, für welche sie zugleich einen Beweis giebt, entspringende scheinbare Ortsveränderung aller Himmelskörper nennt man Abirrung des Lichts oder Aberration."

Also: die Himmelskörper bewegen sich scheinbar nach der Richtung, nach welcher wir uns bewegen, ohne es zu fühlen! Wer begreift das?

Und weil man die erwähnte Erscheinung auf eine so wunderliche Weise aus der Bewegung der Erde erklärt hat, so giebt sie einen Beweis für diese Bewegung ab! Das ist viel — aber die Astronomen sind an dergleichen gewöhnt; sie lernen solche Beweise auswendig, ohne sie zu durchdenken.

Freilich beruhigten sich nicht Alle mit einer so hinkenden Erklärung, aber die von ihnen vorgebrachten Erklärungen hinkten nicht weniger. Bradley selbst nahm an, daß die von Römer; wie oben gesagt wurde, entdeckte Verzögerung des Lichts die Ursache der Aberration sei. Man nannte nun die Aberration eine der glänzendsten Entdeckungen, meinte abermals, daß durch sie der Umlauf der Erde bewiesen sei und berechnete Tafeln der Abirrung, die sich mit Erläuterungen zusammengestellt finden in des Baron von Zach

Digitized by Google

Werke: Tabulae speciales aberrationis et nutationis cet. Gotha 1806, und in deſſen Nouvell. tables d'aberration et de nutation pour 1404 etoiles, avec une table generale d'aberrat. pour les planètes et les comètes, Marſeille 1812 und Supplém. 1813.

Und doch hätte man ſo leicht erkennen können, daß eine Erklärung durch die Lichtverzögerung eben nicht ſtatthafter ſei, als jede andere. Das Licht der Sterne kommt ja nicht erſt an, wenn wir nach denſelben ſehen, ſondern es iſt da. Wenn die Sterne feſt ſtehen, ſo ſtehen auch ihre nach allen Theilen des Weltalls ausgehenden Strahlen feſt, und ſo wie ſich die Erde fortbewegte, müßte ſie in neue Strahlen der Sterne treten, die nicht erſt ankommen, ſondern bereits da ſind, ſeit Jahrtauſenden da waren. Hat alſo das Licht wirklich Zeit zur Fortpflanzung nöthig, ſo kann dieſe Zeit doch in dieſem Falle nicht in Anſchlag kommen, denn ſie iſt ſeit Jahrtauſenden vorüber, die Strahlen ſind ſchon angelangt, und wir müſſen die Bilder der Sterne ſehen, wo ſie ſind, nicht, wo ſie vor einem Vierteljahre waren.

Am vollſtändigſten iſt die Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts und der Aberration von Nöttger widerlegt, und wir laſſen dieſe Widerlegung hier folgen, indem wir bemerken, daß ſie auch von Johannes Richers, „Natur und Geiſt," Th. III., S. 236 ff. mitgetheilt iſt.

„Die Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts, welche mit mehr Gründlichkeit die Verzögerung des Lichts genannt werden könnte, wird in der Naturlehre als eine der wichtigſten Entdeckungen angenommen; allein dieſe Lehre iſt ſchon bei erſter Anſicht nicht ſo durchaus folgerichtig und mit allen Himmelserſcheinungen ſtimmend, als ſie ſein müßte, um jeden rationalen Zweifel an ihrer Geltung unmöglich zu machen. Bei den vorzüglichſten Autoritäten der Naturlehre wurde ſie von dem einen Theile, von Newton, Huyghens u. ſ. w., angenommen, von dem andern Theile, von Caſſini und den Schülern des Carteſius, wurde ihr widerſprochen. Newton's Meinung iſt darauf ohne weitere Prüfung als die richtige anerkannt, und hat durch ihre Autorität in einem ſtärkern Maße, als man denken ſollte, den vernünftigen Zweifel verbannt.

„Die Lehre von der Verzögerung des Lichts entſtand bekanntlich dadurch, daß die Aſtronomen Römer und Caſſini die Verfin-

Digitized by Google

ſterung der Jupitermonde beobachteten. Der zu dieſem Behufe beobachtete Mond begann und endete ſeine Verfinſterung früher, wenn die Erde dem Jupiter um den Durchmeſſer der Erdbahn näher (in Conjunction) war, und es erfolgte die Verfinſterung 16 Minuten ſpäter, wenn die Erde bei der Oppoſition in einer ſoviel größern Entfernung ſtand. Der Entdecker hielt die Verzögerung des Lichts für die Urſache, indem dieſes die größere Weite nicht ſobald, als die kleinere, zurücklegen könne.

„Indem man nun dem Lichte eine ſehr große Geſchwindigkeit zugeſchrieben hat, ſo iſt dieſe doch von einer ſo viel betragenden Zeit, daß alle kosmiſchen Körper nach dem Maß ihrer Entfernung von der Erde an einem andern Orte ſein müßten, als dem, wo wir ſie erblicken. Bei den nächſten kosmiſchen Körpern iſt dieſes Fortgerücktſein noch leidlich; ſo geſchiehet der Sonnenaufgang 8 Minuten früher, als wir ihn ſehen, das heißt, die Sonne iſt ſchon 8 Minuten über dem Horizonte, wenn wir ſie erſt aufgehend erblicken, weil das Licht der Sonne 8 Minuten Zeit gebraucht, um zur Erde zu kommen. Die Fixſterne ſollen wir 40 Secunden weniger fortgerückt erblicken, wenn ſie der Erde um den Durchmeſſer der Erdbahn näher ſtehen.

„Was nun die Verfinſterung der Jupitersmonde betrifft, ſo muß das Licht, nach der Lehre von ſeiner Geſchwindigkeit und wegen der fünf Halbmeſſer der Erdbahn betragenden Entfernung des Jupiters von der Sonne, zuerſt 40 Minuten Zeit gebrauchen, ehe es den Jupitersmond nach ſeinem Uebertritt aus der Schattenlinie des Planeten wieder erreicht, und bei der Mittelſtation der Erde bedarf es noch 40 Minuten Zeit, ehe das Licht von dem Monde wieder zur Erde gelangt; die ganze Thatſache würde alſo 80 Minuten früher erfolgt ſein, als ſie der Erde erſchienen war.

„Eine ſolche Zeit von früher geſchehenen als ſichtbar gewordenen Ereigniſſen iſt nun bei den Planeten noch nicht ſehr auffallend; aber das Auffallende findet ſich, wenn die Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts an größern Entfernungen geprüft wird. Setzt man zu dem Behuf die Entfernung eines Geſtirns von der Erde ſo weit, daß das Licht 6 Stunden gebrauchte, um auf die Erde zu kommen, ſo würde das Geſtirn in der Wirklichkeit ſchon im Meridiane ſtehen, wenn wir es aufgehend erblickten; gebraucht das Licht 12 Stunden, ſo geht der Stern ſchon unter, wenn er aufgehend

Digitized by Google

geſehen wird; gebraucht das Licht über 12 Stunden, ſo kommt eine Verworrenheit heraus, deren Auflöſung die darauf zu verwendende Mühe nicht belohnt. Jeder Stern, deſſen Licht früher auf der Erde anlangte, würde dem Andern, deſſen Licht mehr Zeit gebrauchte, im Fortrücken vom Morgen nach Abend zuvorkommen; oder in der Bewegung als voranſtehend geſehen werden, ohne in der Wirklichkeit vor dem Andern zu ſtehen. Die Fixſterne würden die Stellung gegen einander verändern, und zwar nach dem Maße, als das Licht des einen in kürzerer Zeit, als das des andern, ankommen würde; der ganze Sternhimmel könnte in dieſer Art nichts anderes, als ein unüberſehbares Feld der Verwirrung ſein.

„Die vorſtehende Idee über das Licht und über die Zeit, in welcher es einen Weg zurück legt, wird übrigens leicht als Irrthum zugeſtanden werden, wenn das Verhalten dahin geordnet wird, daß das einmal auf der Erde angelangte Licht durch die Nacht nicht abgeſchnitten wird, und überhaupt durch nichts abgeſchnitten werden kann; auch die etwa durch den Mond geſchehenden Bedekkungen, welche übrigens auch nur bei den Zodiakalgeſtirnen ſtattfinden können, kann man nicht als Abſchnitt betrachten, weil der Mond der Erde zu nahe iſt, um bei der dem Lichte zugeſchriebenen Geſchwindigkeit etwas zu gelten. Das Licht reicht alſo in einer Linie von dem Sterne zur Erde und bedarf keiner Zeit mehr, um zur Erde zu kommen, weil es ſchon da iſt.

„Wenn das Licht der Fixſterne nicht täglich und wiederholentlich auf der Erde ankommt, weil es ſchon angekommen iſt, ſo hat es auch ein völlig gleiches Verhalten bei dem Lichte der Sonne. Der Sonnenſtrahl berührt die Erde, und dieſe ſieht die Sonne unaufhörlich in einem ihrer Meridiane, nicht als bloße optiſche Täuſchung, ſondern in der Wirklichkeit. Wird bei dieſem Verhalten eine Zeit beſtimmt, in welcher das Sonnenlicht auf die Erde kommt, ſo iſt das eine bloße unklare Idee, die ſich mit den Verfinſterungen der Jupitersmonde in Uebereinſtimmung zu bringen geſucht hat, und lieber ihre Inconſequenz behält, als das Wunder von der Geſchwindigkeit des Lichts verliert.

„Bei den Jupitersmonden kommt es nun allerdings darauf an, ob die Spätererſcheinung derſelben nach einer Verfinſterung, wenn die Erde in Oppoſition mit dem Jupiter ſteht, ein Erfolg der in dieſer Zeit zwiſchen beiden Planeten liegenden größern Ent-

Digitized by Google

fernung ist. Die erste Frage würde sein, ob der Mond nach seinem Austritte aus dem Schattenkegel seines Planeten noch 40 Minuten Zeit verdunkelt bleibe, denn so viel Zeit muß nach der Lehre von der Bewegung des Lichts verfließen, ehe es den vom Lichte abgeschnittenen gewesenen Mond erreicht; ferner müssen nun im Oppositionsfalle der Erde noch 48 Minuten verfließen, ehe der Mond von der Erde aus wieder gesehen wird. Das ganze Phänomen kann sich nach der Lehre von der Verzögerung des Lichts nicht anders verhalten, es ist unmöglich, eine andere Erklärung von demselben zu geben, wenn die Lehre von der Geschwindigkeit des Lichts nicht eine bloße astronomische Charlatanerie sein soll.

„Da sich nun aber auch ohne Beobachtnng erkennen läßt, daß der Jupitersmond in dem Momente erleuchtet ist, als er aus der Schattenlinie seines Planeten hervortritt, so ist schon dadurch die Lehre von der Verzögerung des Lichts ein Unding; diese Erleuchtung des Mondes muß in dem Momente des Austretens erfolgen; denn die Erhellung ist es eben, was den Schattenkegel bestimmt, und jeden aus demselben hervortretenden Körper augenblicklich erleuchtet. Ohne diese Begrenzung des Schattenkegels vom Lichte, und ohne die augenblickliche Erleuchtung eines über diese Linie tretenden Körpers kann es gar keinen Schattenkegel geben. Man hat nicht widersprochen, daß bei der Conjunction der Erde mit dem Jupiter das in gleicher Zeit geschehende Austreten und Hellsein des Mondes auf der Erde auch in derselben Zeit gesehen werden kann, und in diesem Falle ist die Lehre von der Verzögerung des Lichts ein Widerspruch. Bei der Vorstellung von der Geschwindigkeit des Lichts ist nur immer an die Zeit gedacht, welche das Licht gebrauchen soll, um die Erdbahn zu durchlaufen; an die Zeit, welche das Licht haben muß, um von der Sonne an den aus der Schattenlinie seines Planeten tretenden Mond, und von diesem wieder an die Erde zu kommen, hat man zu denken vergessen.

„Es ist nicht anders möglich, die dreifache Gleichzeitigkeit: die des Austretens aus dem Schatten, die der Erhellung des Mondes und die des Erscheinens auf der Erde mit der Lehre von der Verzögerung des Lichts zu vereinbaren, als wenn man annimmt, daß das Ereigniß der Verfinsterung und Wiedererhellung in der Wirklichkeit so viel früher geschehe, als das Licht der Zeit bedarf, um vom Jupitersmonde wieder zur Erde zu kommen. In diesem Fall würde nun auch der Jupiter nicht an der Stelle sein, wo wir ihn

Digitized by Google

ſehen, er würde ſich ſtets ſchon ſo viel weiter fortgerückt finden, als ſein Licht Zeit gebraucht, um auf die Erde zu kommen. Es würde hier alſo das ſchon vorhin angezeigte Verhalten beſtehen, wo ſich kein Geſtirn an der Stelle findet, an der es geſehen wird.

„Wenn die Geſchwindigkeit des Lichts wirklich ſein ſoll, ſo läßt ſich bei den Finſterniſſen der Jupitersmonde als bedingt erkennen, daß der Jupitersmond, wegen fünfmaliger Erdfernen von der Sonne, erſt 40 Minuten nach dem Ueberſchreiten der Schattenlinie ſeines Planeten wieder erhellt werden kann. Ferner müſſen dann in Mittelzeit noch 40 Minuten verfließen, ehe das Ereigniß der Wiedererhellung auf der Erde wahrzunehmen iſt. Der Jupitersmond muß alſo im Augenblicke ſeines Wiedererſcheinens auf der Erde ſo weit von dem Schatten ſeines Planeten abſtehen, als er bei 80 Minuten Zeit in ſeiner Bahn zurücklegen kann. Die Verzögerung des Lichts fordert dieſe Bedingungen ſelbſt, indem es im Falle ſeiner Wirklichkeit bei fünfmaliger Erdferne (Halbmeſſer der Erdbahn) ſo viel Zeitverluſt nothwendig macht.

„Nach der Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts kann bei den Mondfinſterniſſen der Erde nun zwar die Zeit nichts gelten, in welcher das Mondlicht wieder zur Erde kommt, wohl aber muß bei dem Monde die Verzögerung merklich ſein, in welcher das wirklich abgeſchnitten geweſene Sonnenlicht wieder zum Monde kommt.

„Dieſe Wiedererleuchtung darf nicht von der Linie des Erdſchattens bedingt ſein, der Mond muß, wenn nach einer Verfinſterung die Erleuchtung bei ihm wieder eintritt, ſtets ſo weit über dieſe Linie hinweg ſein, als er in acht Minuten Zeit fortrücken kann; iſt dieſes nicht der Fall, ſo giebt es auch keine Verzögerung und keine Geſchwindigkeit des Lichts.

„Die Lehre Bradley's von der jährlichen Abweichung der Fixſterne iſt eine den kosmiſchen Verhältniſſen zuſtimmende Wirklichkeit, aber die Verzögerung des Lichts iſt ihre Urſache nicht.

„Der wiſſenſchaftliche Werth der Entdeckung von dem jährlichen Abweichen der Fixſterne iſt nicht zu verkennen, aber die Erklärung dieſes Phänomens, durch Verzögerung des Lichts, iſt dem Phänomen ſo auffallend angezwungen, daß nur wenig Nachdenken und Vergleichen erforderlich iſt, um die völlige Unrichtigkeit der Erklärung einzuſehen.

„Wenn das Licht eines Sternes 16 Minuten Zeit bedarf, um von dem jenſeitigen Rande der Erdbahn bis an den entgegenge-

Digitized by Google

ſetzten zu kommen, ſo kann dieſes nicht gedacht werden, ohne anzunehmen, daß es auch einer Zeit bedürfe, um von dem Sterne bis an den Rand der Erdbahn zu kommen; oder man muß willkürlich annehmen, daß das Licht an dem mit dem Sterne in Conjunction ſtehenden Theile der Erdbahn ſtationirt ſei, wo es alſo nur nöthig hat, während 16 Minuten Zeit die Erdbahn zu durchlaufen, wenn ſich die Erde am jenſeitigen Punkte der Bahn befindet. Die Frage, ob das Licht keiner Zeit bedürfe, um von dem Sterne aus die Erdbahn zu erreichen, iſt hier unerläßlich, und man möge ſie bejahen, oder verneinen: in Beziehung auf die Geſchwindigkeit des Lichts kommt in beiden Fällen ein ungereimtes Reſultat heraus.

„Berührt das Licht eines Sternes die Erde in einer unabgebrochnen Linie, ſo macht es gar keinen Zeitunterſchied, die Erde mag im jenſeitigen oder diesſeitigen Stück der Erdbahn ſtehen.

„Wird aber das Licht als von Zeit zu Zeit abgebrochen gedacht, ſo bricht es entweder am Sterne ſelbſt ab, oder es muß an einer andern Stelle zwiſchen dem Sterne und der Erde abbrechen, und dann in Bruchſtücken die Erdbahn durchlaufen; bei einer ununterbrochenen Linie des Lichts hat die Zeit des Ankommens aufgehört, es iſt ſtetig da, die Erde mag in einmaliger oder tauſendmaliger Entfernung ſein. Die Erde gebraucht 6 Monate, um von dem einen Theile der Bahn an den entgegengeſetzten andern zu kommen, alſo kann das Licht, wenn es zu demſelben Wege nur 16 Minuten gebraucht, nicht zurückbleiben.

„Es iſt ermüdend, ſolche Lehren, wie die Geſchwindigkeit des Lichts überhaupt, und in der Aberration der Fixſterne ausführlich zu prüfen, weil ihre Inconſequenz alle Erwartung überſteigt. Ein glücklicher Gedanke Bradley's (wie es die von dem Gegenſtande handelnden Lehrbücher nennen) war es alſo nicht, zur Erklärung ſeiner Entdeckung die Verzögerung des Lichts zu Hilfe zu nehmen, da er zugleich den jährlichen Umlauf der Erde darin erkannte.

„Es iſt ein ſehr verfehlter Gedanke, das Licht als abgebrochen zu halten, wenn das Geſtirn im entgegengeſetzten Meridiane ſteht; von unſerm Auge kann es durch die Umkehrung der Erde wohl abgebrochen heißen, aber von der Erde nicht.

„Indem ſich nun die Lehre von der Verzögerung des Lichts, ſelbſt in den Jupitersmonden, als ihrem Urſprunge, widerſpricht, ſo iſt dadurch die Unrichtigkeit und gänzliche Nichtigkeit des Lehrſatzes von der Geſchwindigkeit des Lichts erwieſen; wobei aber noch

Digitized by Google

die Frage über die wahre Urſache von dem frühern und ſpätern Erſcheinen dieſer Mondfinſterniſſe übrig bleibt. Es iſt nicht fern zu ſuchen, daß die wahre Urſache der im Jahresumlaufe verfrühten und verzögerten Mondfinſterniſſe in der Ungleichheit der aſtronomiſchen Zeit ihren Grund habe, wodurch alle Himmelserſcheinungen von der gewöhnlichen Zeitbeſtimmung ein Mal abweichen, ein ander Mal wieder damit zuſammentreffen; dieſes geſchieht, weil nicht allein die Länge der Sternen- und Sonnenzeit im Allgemeinen verſchieden iſt, ſondern auch überdem die Sonnenzeit noch im Beſondern, welcher letztern zufolge die Tageszeit in den Herbſt- und Frühlingsmonaten ſo verſchieden iſt, wie die mittlere und wahre Sonnenzeit.

„Der größte Zeitunterſchied, um welchen die Mondverfinſterung in dem einen Theile der Erdbahn ſpäter, in dem andern früher erſcheint, beträgt 16 Minuten. Nach Römer geſchah der Austritt des Mondes von der Verfinſterung im November des Jahres ſeiner Beobachtung (1676) „um 10 Minuten ſpäter, als er im Auguſt geſchehen war.“ Dieſe Beobachtung hat auch, bis auf genauere Zeitangabe, ihre erklärbare Richtigkeit. Die Finſterniſſe müſſen in Vorausſetzung, daß die Monde gleichmäßige Zeit haben, in erſter Hälfte des Novembers 15 Minuten, in der letzten Hälfte 12 Minuten Verzögerung haben, weil die Sonne zwiſchen Auguſt und November wirklich ſo viel vorgelaufen iſt, daß, wenn die Sonne den 10. November den Meridian erreicht, es erſt 11 Uhr 45 Minuten iſt, wodurch jene Mondfinſterniſſe allerdings 15 Minuten verſpätet erſcheinen müſſen, weil die Sonne ſo viel zu früh geht.

„Da nun die Jupitersmonde in ihrem Umlaufe nicht dieſelbe Zeitabweichung haben, wie die Erde, ſo können ſie auch mit der Zeit auf der Erde nicht anders treffen, als daß ſie zwei Mal im Jahre, Anfangs November und Ende Februar, alſo zwiſchen etwa 4 Monaten, eine ſucceſſive Verrückung von 16 Minuten erhalten, welcher Zeitabweichung bei Entſtehung der Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts nicht gedacht iſt An jeder Tafel der Zeitausgleichung wird man die wahre Urſache einſehen können, wodurch die beſagten Mondfinſterniſſe früher oder ſpäter eintreffen müſſen, wenn ſie ohne Rückſicht auf die Abweichung der Zeit nach der täglichen Culmination der Sonne (nach wahrer Sonnenzeit) beſtimmt werden. Die Lehre von der Geſchwindigkeit des Lichts hat alſo

Digitized by Google

nichts weiter zu ihrer Begründung, als daß sie schon lange und von Vielen, die es einander nachgesprochen haben, geglaubt ist.

„Auch ohne Römers Entdeckung würde man es wissen, daß die Jupitersmondfinsternisse von unsrer wahren Sonnenzeit abweichen, und bald früher, bald später, als letztere, eintreffen müssen. In diesem ganz einfachen Verhältnisse liegt der Grund von dem abweichenden Erscheinen dieser Mondfinsternisse, aus denen eine Lehre hervorgegangen ist, die sich lange zu den wichtigsten Entdeckungen zählte, ohne auch nur in einem Punkte etwas anders, als ein gehegter Gedanke zu sein, der sich wie ein fahrender Ritter unter dem Schutz erregter Meinung in die Welt gefochten hat.

„Jeder planetarische Körper hat auf seiner von der Sonne abgekehrten Seite die Nacht, diese steht wie eine zugespitzte Nachthaube auf dem Planeten.

„Diese Nacht ist auf allen Seiten von der geraden Linie begrenzt, die von dem überragenden Sonnenrande ausgehend, gezogen werden kann. Wenn ein anderer Weltkörper diese Linie überschreitet und in solchen Schattenkegel tritt, so wird er verdunkelt; wenn er auf der andern Seite wieder über die Linie kommt, so wird er in dem Momente des Austretens erleuchtet. Daß diese Linie auf der Eintrittsseite die augenblickliche Verdunklung und auf der andern beim Austritte die augenblickliche Erhellung bedingt, ist als reines Naturgesetz gar nicht zweifelhaft. Nach der Lehre von der Geschwindigkeit des Lichts würde dieses Gesetz ungültig sein, da würde zum Beispiel ein Jupitersmond, wegen fünfmaliger Erdferne erst 40 Minuten nach dem Ueberschreiten der Linie wieder leuchtend werden, in diesem Falle würde es aber keine, den Schattenkegel des Planeten begränzende Linie geben. Die Lehre von der Geschwindigkeit des Lichts zeigt sich auch hier, als ein so auffallender Widerspruch, wie sie sich bei allen mit ihr aufgestellten Prüfungen gezeigt hat.

„Die vorstehende Erklärung der Phänomene aus dem Eintreffen der Jupitersmondfinsternisse nach mittler Sonnenzeit beruht auf Thatsachen, nach welchen die Verzögerung (Geschwindigkeit) des Lichts ein erfahrungsmäßiger Irrthum ist; es ist nun durch eine, auf Beschaffenheit des Lichts und des Sehens begründete Weise theoretische Erklärung der Nichtexistenz des besagten Phänomens zu fordern.

Digitized by Google

„Was sich bei solcher Beobachtung zuerst erhebt, ist die Frage, ob das Licht wirklich keiner Zeit bedürfe, um aus großen Entfernungen her seinen Effect auf entlegene Dinge zu haben? Die darauf erfolgende Antwort zeigt die Idee von der Geschwindigkeit des Lichts als einen Erklärungsversuch seiner Zeit, der aber ein irriger ist, wie das bei dem Stande damaliger Naturlehre nicht leicht anders zu hoffen war. Wäre die Geschwindigkeit des Lichts etwas Wahres, so ist es gewiß, daß einem aus dem Schatten eines Hauses hervortretenden Auge das Sonnenbild erst nach Zeitlauf von 8 Minuten sichtbar werden könnte, indem die am Morgen aufgehende Sonne, bei welcher das Licht die vermeinte Verzögerung haben soll, auch nichts anderes ist, als das endliche Herübersehen des Auges über die in der Lichtlinie gestandene Erde. Es ist keinen Augenblick zweifelhaft, daß Schatten und Dunkel dieselbe Geschwindigkeit haben, als das Licht, denn wir sehen den dunkelsten Flecken in der Sonne eben so bald, als den hellsten, und ein ganz schwarzer Sonnenfleck würde nicht im Kleinsten minder geschwind zum Auge gelangen, als der lichtvollste.

„Wenn das Auge in eine finstre Höhle tritt, so wird es von der herrschenden Finsterniß in dem Momente des Eintretens umfangen, das ist nicht wichtig, denn diese Finsterniß ist dem Auge in größter Nähe. Wenn das Auge aus der finstern Umgebung hervortritt, so sieht es in völlig gleicher Zeit die nächsten Gegenstände und die entfernte Sonne; es ist unmöglich, daß dieses mit der Verzögerung des Lichts stimmend gemacht werden kann. Es versteht sich, daß hier von gründlicher Stimmung die Rede ist.

„Unnöthig wird übrigens jede ausführliche Darstellung, sobald es sich nach richtiger Erklärung des Lichts zeigt, daß die Emanation nicht existirt, und also die Geschwindigkeit des Lichts gar keine Begründung hat. Newton nahm die Erklärung von der Geschwindigkeit des Lichts, durch die Jupitersmondfinsternisse und ihren ungleichen Eintritt präsumirt, geneigt an, weil sie dem Systeme der Emanation zusagte, und weiterhin auch in dem Nimbus mathematischer Gewißheit dargestellt wurde.

„Bradley's nachfolgende in Abweichung der Fixsterne bestehende Entdeckung, welche der besagten Lichtlehre den Preis der Untrüglichkeit von dem Entdecker beizulegen gezwungen ward, paßt aber so schlecht, daß die Abirrung der Fixsterne auf keine andere Weise

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

eine Projection auf die Lichtgeschwindigkeit haben kann, als wenn angenommen wird, daß die Sterne entweder nicht zu allen Zeiten Licht versenden, oder des Abends wie Lichter angesteckt werden, wo es denn der gesetzten Zeit bedarf, in der das Licht die Erdbahn durchläuft.

„Bradley's Projection seiner Entdeckung auf die Geschwindigkeit des Lichts ist ein bloßes Verwickeln von Widersprüchen, an denen es bemerklich ist, daß ein Beobachter nicht eben so gut den Zusammenhang einer gemachten Entdeckung mit der gesammten Natur auffinden kann, was man gewöhnlichermaßen sehr verfehlter Weise von ihm erwartet. Wer die Materialien herbeischafft, baut das Haus in der Regel nicht, oder baut es schlecht.

„Man hat bei der Lehre von der Lichtgeschwindigkeit den Lichtempfang der Erde und den unsres Auges nicht unterschieden; dem Auge ist das unmittelbare Licht der Sonne wegen Umkehrung der Erde nach copernicanischem System, ein wechselndes Ankommen und Verschwinden, aber der Erde gehen die Sonne und Sterne eben so wenig auf und unter, als sie einem Menschen dadurch auf- und untergegangen sind, wenn er ihnen durch Umdrehung einmal den Rücken zugekehrt hat und darauf das Gesicht. Die Gestirne erscheinen der Erde ununterbrochen, die phantasirten Intervallen zwischen Ankommen und Verschwinden sind willkürliche Beziehungen, indem man das Licht dem Schalle anzupassen gesucht hat.

„Wenn nun zuletzt auch noch der Satz hinzukommt, daß wir die Prototype der Gestirne gar nicht sehen, und daß der uns sichtbar erscheinende Sternhimmel eine aerosphärisch-dioptrische Abbildung ist . . . . . so sind alle leuchtende Himmelslichter nicht weiter von uns entfernt, als die Aerosphäre der Erde geht, und kann also die berühmte Geschwindigkeit des Lichts des kurzen Wegs halber gar nicht erfolgen. Die aerosphärischen Abbilder erlöschen nie, der große Spiegel empfängt unaufhörlich gleichmäßig das Bild der Urbilder, und ist damit gegen die innere Feste der Erde gerichtet; wird auch das Auge durch die auf dem Grunde des Luftoceans entstehende Nebelbildung (Wolken) gehindert, die Gestirne zu sehen, so wird dadurch die vollständige Abbildung des ganzen Bogens und seiner Sterne nicht einen Augenblick unterbrochen.

„Wenn nun auch das . . . . . beschriebene dioptrische Verhalten der Aerosphäre noch zweifelhaft gehalten würde, so ist

Digitized by Google

doch die Nichtexistenz der Lichtgeschwindigkeit schon durch die vorherigen Verhältnisse so höchst vollständig bewiesen, daß die besagte Geschwindigkeitslehre nicht einmal mehr ein zweifelhaftes Bestehen zu hoffen hat, und als völlig unwahr angezeigt werden muß, wenn man in Lehrbüchern und auf Lehrstühlen der Naturlehre ehrlich die Wahrheit bezweckt.

„Römer und Bradley waren zwei ehrenwerthe Entdecker, aber zur Erklärung ihrer Entdeckungen war ihre Zeit nicht geeignet. Der Erstere entdeckte den Unterschied der mittlern und wahren Sonnenzeit an den Jupitersmondfinsternissen, nach welchen sich ergibt, daß die Sonne im Monate August richtig, im November 15 Minuten zu früh, und im Februar 15 Minuten zu spät den Meridian erreicht. Römer hielt diese Unterschiede für ein früher und später Ankommen des Lichts, welches wegen der mindern und größern Entfernung der Erde vom Jupiter so erfolgen sollte. Die richtige Erklärung von den mit wahrer Sonnenzeit nicht zutreffenden Verfinsterungen der Jupitersmonde konnte der Entdecker unmöglich finden, indem diese an der Richtigkeit astronomischer Uhren hängt, deren Vollkommenheit erst unsre Zeit erreichte, und jener noch ganz unbekannt war.“

Neunte Vorlesung.

Richer. Untersuchungen über die Gestalt der Erde.

Wir haben in der vorigen Vorlesung einen Sprung gemacht, indem wir auf Bradley übergingen. Allein wir thaten das, weil wir die von ihm entdeckte Aberration mit der von Römer entdeckten Lichtverzögerung zusammenfassen mußten.

Jetzt kehren wir noch einmal in das 17. Jahrhundert zurück, um einige Worte über die von Richer gemachten Pendelbeobachtungen zu sagen, da man auch aus diesen auf die Rotation der Erde geschlossen hat.

Der Franzose Richer bemerkte nämlich im Jahr 1672, daß eine in Paris richtig gehende Pendeluhr in Cayenne, also 5 Grad

Digitized by Google

nördlich vom Aequator, täglich $2^1/_2$ Minuten zurückbleibe, so daß er das Pendel um $1^1/_4$ Linien verkürzen mußte, damit es wieder richtig ginge. Es ist nämlich bekannt, daß die Pendelschwingungen mit der Kürze der Pendelstange an Schnelligkeit zunehmen, mit der Länge derselben aber sich verlangsamen. Später fand man, daß auch auf hohen Bergen eine Verzögerung der Pendelschwingungen eintrete. Da nun die Schwingungen des Pendels auf den Gesetzen des Falles beruhen sollen, der Fall aber von den Gesetzen der Schwere, mit andern Worten von der Attraction der Erde, abhängen soll, wie man gegenwärtig annimmt, so mußte wohl die Anziehung unter dem Aequator und auf hohen Bergen eine geringere sein, wenn das Pendel daselbst langsamere Schwingungen machte, und man schloß, daß der von der Axendrehung der Erde veranlaßte Centrifugaltrieb den Fall verminderte und folglich den Gang des Pendels zu einem langsamern machte. Oder man schloß, daß die Schwere unter den niedern Breitengraden und auf hohen Bergen darum eine geringere sei, weil man sich daselbst ferner von dem Mittelpunkt der Erde, dem angenommenen Sitz der Attraction befinde, und sah also die nach den Polen hin schnellern Pendelschwingungen als einen Beweis für die Abplattung der Erde unter den Polen an, welche Abplattung man schon aus dem Verhalten rotirender Körper schließen mußte.

Allein auch hier hatte man sich geirrt. Es ist nämlich eine Thatsache, die vielen Physikern unbekannt scheint, obschon sie den meisten alten Dorfcantoren, denen die Besorgung der Kirchenuhren obliegt, bekannt ist, daß der schnellere oder langsamere Gang der Pendel nicht einzig von der Länge derselben abhängt, sondern auch von dem Gewicht der Linse. Vielleicht sagte man richtiger, daß die Schnelligkeit der Pendelschwingungen überhaupt nur durch das Gewicht der Linse bestimmt wird, denn indem ich die Pendelstange verlängere, lasse ich die Pendellinse an einem längern Hebelarme wirken und vermehre damit ihr Gewicht, wirke der bewegenden Kraft entgegen — zugleich ein Beweis, daß die angenommenen Gesetze des Falles, nach denen es auf das Gewicht der fallenden Körper nicht ankommen soll, irrig sind. Ich werde daher dieselbe Wirkung erreichen, wenn ich, anstatt die Pendelstange zu verlängern, das Gewicht der Linse steigere. Geht die alte ausgelaufene Dorfuhr zu schnell, so verbindet der Cantor Steine oder Eisenstücke mit

Digitized by Google

der Linse des Pendels, um diesem damit langsamere Schwingungen zu ertheilen.

Die genauesten Beobachtungen hat in dieser Beziehung Langier angestellt Er fand, daß ein und dasselbe Pendel, welches mit einer Linse von 2 Kilogramm Gewicht zu 2000 Schwingungen 1977 Secunden nöthig hatte, zu eben so vielen Schwingungen bei einer Linse von 4 Kilogramm 2010,55 Secunden, bei einer Linse von 6 Kilogramm 2020,31 Secunden, bei einer Linse von 8 Kilogramm 2027,04 Secunden gebrauchte. Je größer also das Gewicht der Linse, desto langsamer die Pendelschwingungen. Es ergibt sich aus diesen mit der größten Genauigkeit angestellten Beobachtungen, welche in dem Comptes rendus T. XXI, p. 117—124 mitgetheilt sind, daß die Galiläischen Gesetze der Pendelschwingungen, so wie die allgemein angenommenen Gesetze des Falles falsch sind, und daß die langsamern Schwingungen der Pendel unter dem Aequator und auf hohen Bergen keineswegs davon abhängen, daß der dort größere Umschwung der Erde die Schwere der Pendel minderte. Daher hat auch schon Roloff (Reform der Naturw. Heft 2, S. 84) gesagt: „Eine ähnliche Verwirrung tritt bei der Erklärung der Erscheinung ein, daß unter dem Aequator das Pendel langsamer schwingt. Diese Erscheinung wird der daselbst größer sein sollenden Centrifugalkraft zugeschrieben; man kommt eben so leicht darauf, sie der vergrößerten Schwerkraft, als welche das Pendel stärker nach der perpendiculären Linie der Ruhe hält, zuschreiben zu können.“

In jener Zeit begannen auch die eifrigen bis in die neueste Zeit fortgesetzten Untersuchungen über die Gestalt der Erde. Leider weiß man auch über diese noch gar nichts.

Wohl mag sich Mancher über diesen Ausspruch wundern, denn es wird ja in jeder Schule gelehrt, daß die Erde die Gestalt einer an den Polen eingedrückten Kugel habe!

Am Leichtesten könnte es scheinen, die Rundung der Erde von Ost nach West zu erweisen, denn es ist bekannt, daß man von Westen wieder zurückkommt, wenn man stets nach Osten vorwärts dringt. Es beweist aber das nur, daß man in dieser Richtung um die Erde herumkommen kann, wie eine Fliege auch um einen viereckigen Kasten herumläuft, aber keineswegs beweist es eine Rundung. „Wir finden keine Ecken,“ wirft man mir vielleicht ein.

Digitized by Google

Iſt auch gar nicht nöthig. Die ſtärkſten Abweichungen von der Rundung können vorhanden ſein, ohne daß man bei der großen Ausdehnung der Erde die Ecken findet, welche ja keine ſcharfen zu ſein brauchen.

„In einer weiten Ebene, beſonders auf dem Meere, ſieht man von den entfernten Gegenſtänden nur die Spitzen; von einem ſich nähernden Schiffe ſieht man erſt die Spitzen der Maſten, und das Uebrige zeigt ſich erſt nach und nach, ſo wie das Schiff ſich immer mehr nähert.“ Natürlich, weil die Luftſchichten in der Nähe der Erde am ſtärkſten mit Dünſten erfüllt ſind und dieſe den Anblick der untern Theile nahender Schiffe am Längſten entziehen, — weil die Sehlinie bei weiten Fernen mehr und mehr mit der Oberfläche der Erde zuſammenfällt und deßhalb nur die höchſten Gegenſtände geſehen werden. Und hat man ſich denn ſchon überzeugt, daß auf allen Meeren gleiche Entfernungen nöthig ſind, um Gegenſtände von einer beſtimmten Höhe dem Blick zu entziehen, wie das eine regelmäßige Rundung der Erde verlangen würde?

„Der ſtets runde Erdſchatten in der Mondfinſterniß verbürgt die Kugelgeſtalt der Erde, denn nur eine Kugel kann nach allen Richtungen einen kreisförmigen Schatten geben.“ Aber der Erdſchatten iſt bei der Mondfinſterniß nur dem unbewaffneten Auge rund, und ferner verbürgt uns dieſer Schatten nur die Geſtalt der Erde in einer beſtimmten Ausdehnung, da Sonne und Mond bloß einen kleinen Theil der Erde umkreiſen. Es fragt ſich, wie der Schatten ausfallen würde, wenn der Mond einmal über dem Nord- und die Sonne über dem Südpol ſtände.

„Die Sonne müßte für alle Länder zu gleicher Zeit auf- und untergehen.“ Nur dann, wenn die Erde eine Scheibe wäre, aber in der That geht ſie auch manchen Gegenden ſchneller auf oder unter, in der That iſt in verſchiedenen Gegenden die Dauer der Dämmerung eine verſchiedene.

Um zu beweiſen, daß die Erde auch in der Richtung von Süd nach Nord gerundet ſei, ſagt man wohl: „Wir ſehen, wenn wir auf die Erde nördlich gehen, die Sterne, welche anfangs im Horizont ſtanden, immer höher am Himmel emporſteigen.“ In einer ſehr langen Pappelallee, ſelbſt wenn ſie nach dem Ende etwa anſteigt, fallen die Spitzen der fernſten Bäume ebenfalls mit dem

Digitized by Google

Horizont zusammen und erheben sich um so mehr, je mehr wir uns ihnen nähern. Außerdem mag ja der Himmel ein Kugelgewölbe sein und damit jene Erscheinung ebenfalls erklärt werden.

„Das Streben des Wassers, ein sogenanntes Niveau zu bilden, erfordert die Gestalt der Erde.“ Woher wissen wir denn jenes Streben? Können wir es daraus schließen, daß wir seine Oberfläche in einer solchen Ebene sehen, die wir für eine horizontale halten? Außerdem wissen wir ja, daß die Nordsee 8 Fuß niedriger steht, wie die Ostsee, wie das 1782 beim Anlegen des Holsteiner Kanals gefunden wurde. So soll die Nordsee wieder bei Leiden höher stehen, als das Haarlemer Meer, (s. von Raumer Allg. Geogr. §. 181). Das rothe Meer steht bei der Fluth um 30, bei der Ebbe um 25 Fuß höher, als der Spiegel des Mittelmeeres bei der Ebbe, wie aus dem genauen Nivellement der französischen Gelehrten, welche 1798 mit Napoleon in Aegypten waren, hervorging. Nach v. Raumer a. a. O. steht auch das atlantische Meer an der Landenge von Panama 21 Fuß höher, als der große Ocean. Aus dem Aufsatz über das „Allgemeine Niveau der Meere,“ welchen Herr Prof. K. von Littrow in den Sitzungsberichten der K. K. österreichischen Akad. d. Wiss. (Math.-Naturw. Klasse, Novemberheft 1853) mitgetheilt hat, ergibt sich, daß bis jetzt eine Gesetzmäßigkeit der Niveau-Verhältnisse der Meere gar nicht nachzuweisen ist. Vgl. Grunerts Archiv, XXII, 4, S. 436 ff.

Doch genug! Wir haben keinen Beweis für die Kugelgestalt der Erde — nicht einmal für irgend eine Rundung — der Erde, wir wissen von ihrer wahren Gestalt gar nichts. Es war eine Ansicht griechischer und andrer alter Philosophen, daß die vollendetste Gestalt die Kugelgestalt sei, und folglich die Weltkörper ebenfalls die Kugelgestalt haben müßten. Und doch hat die Beobachtung in neuester Zeit darauf geführt, daß die Kugelgestalt gerade die Seltenste sei. Sonne und Mond können Scheiben sein; Merkur bietet der Beobachtung zu viel Schwierigkeiten; Venus, Mars und Jupiter sind unbestritten unregelmäßige Körper; Saturn ist nach der Behauptung des ältern Herschel ein Rhomboid mit abgestumpften Ecken, und die Saturnsringe sind wohl ebenfalls Unebenheiten, aus denen nur die Phantasie der Astronomen Ringe gemacht hat. Kein Aerolith zeigt eine andere, als eine unregelmäßige Gestalt, wenn er niedergefallen ist, und doch scheint er, so lange er die Luft durchschneidet, eine Feuerkugel zu sein, so daß es zu den Aus-

Digitized by Google

nahmen gehört, wenn man, wie die Literary gazette vom 8. Apr. 1854 mittheilt, am Sonntag, den 19. März, in der Gegend von Eichweiler Abends 10 Uhr ein strahlendes ovales Feuer-Meteor sah, dessen größere Axe sich nach der Berechnung des Dr. Forster zu der kleinern wie 30 zu 17 verhielt.

Um Genaueres über die Gestalt der Erde zu erfahren, stellte man Gradmessungen an. Aber auch die Gradmessungen haben nichts geholfen. Uebrigens sind auch dieselben Thorheit. Wie kann man auf dieselben vertrauen, da alle Elemente fehlen. Wir wissen nicht, ob die lothrechte Linie nach dem Mittelpunkt der Erde geht, oder nach der Richtung der magnetischen Axe oder sonst einer andern Richtung; wir können uns aus verschiedenen schon angegebenen Gründen nach den Sternen, die dabei zu Hilfe genommen werden, gar nicht richten. Daher stimmen auch die Ergebnisse astronomischer und geodätischer Messungen nie mit einander, wie selbst v. Leonhard (Geognosie und Geologie, 2. Aufl. S. 661) bemerkt hat. Man versuchte Pendelmessungen, weil man glaubte, wie schon gesagt wurde, aus der größern oder mindern Schnelligkeit der Pendelschwingungen die Entfernung vom Centrum der Erde folgern zu können, aber auch sie gaben so wenig Resultat, daß Freycinet (Voyage autour du Monde. Par. 1826. p. 45) aus seinen Messungen nur den Schluß ziehen konnte, die Erde habe keine regelmäßige Krümmung.

Selbst angenommen aber, die Resultate der Gradmessungen wären richtige, so würde sich doch aus ihnen wieder nur ergeben, daß die Erde eine unregelmäßige Gestalt habe, wie wir das zeigen werden.

Die Alten bedienten sich der Gradmessungen, um den Umfang der Erde zu ermitteln. Jeder Kreis wird bekanntlich in 360 gleiche Theile getheilt, die man Grade nennt und von denen man jeden wieder in 60 Minuten theilt. Eratosthenes sah, daß sich die Sonne zur Zeit des Sommersolstitiums im Wasser tiefer Brunnen zu Syene spiegelte, also im Zenith derselben stand; als er nun um dieselbe Zeit die Mittagshöhe der Sonne zu Alexandria bestimmte, so fand er, daß die Sonne noch 7° 12′ vom Zenith entfernt blieb. Indem er nun annahm, daß Syene und Alexandria unter demselben Mittagskreise lägen, die Entfernung beider Städte von einander aber 5000 Stadien betrug, so ergab sich diese Größe für

Digitized by Google

eine Entfernung von 7° 12′ auf der Erde, was für den ganzen Umfang der Erde, dieſe als regelmäßige Kugel vorausgeſetzt, 250,000 Stadien oder 5408 Meilen (Schaubach, Geſchichte der Aſtronomie, S. 280) ausmachte, ein Werth, der von den neuern Beſtimmungen wenig abweicht.

Vor ihm hatte ſchon Eudoxus von Knidus Gradmeſſungen vorgenommen, nach ihm that Poſidonius daſſelbe. Dann folgten die Araber nach, und am lebhafteſten nahm man ſich ſeit der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts derſelben an, aber jetzt nicht, um den Umfang der Erde zu finden, ſondern um deren Abplattung und ſomit die Rotation derſelben zu beweiſen.

In Folge des durch die Rotation entſtehenden Centrifugaltriebes müßten nämlich alle Körper auf der Oberfläche der rotirenden Erde einen Trieb erhalten, theils von der Erde zu entfliehen, theils nach den Theilen der Erde hinzudrängen, wo die Bewegung am ſtärkſten iſt. Und das iſt unter dem Aequator der Fall. An den Polen, wo die Schnelligkeit der Umdrehung = 0 iſt, würde dann auch der Centrifugaltrieb = 0 ſein, aber von da an würde er zum Aequator gleichmäßig mit der Größe der Parallelkreiſe wachſen. Denn je größer ein Parallelkreis, deſto raſcher muß ſich jeder Theil deſſelben bewegen, wenn ſich die Erde wirklich dreht. Daher mußte in Folge der Axendrehung der Erde von der Maſſe derſelben weit mehr nach dem Aequator gedrängt und unter dieſem aufgehäuft werden, denn hier wirkt der Centrifugaltrieb am ſtärkſten. Um die Rotation der Erde zu beweiſen, kam es alſo darauf an, größere Maſſenanhäufung unter dem Aequator, oder, was daſſelbe iſt, Abplattung der Pole, zu beweiſen, und das mußte, meinte man, durch genaue Gradmeſſungen geſchehen können. Die Grade der Meridiane müſſen nämlich nach den Polen hin größer werden, wenn die Erde unter denſelben abgeplattet iſt, weil der nach dem Pole zu gelegene flachere Bogen eines Meridians einem größern Kreiſe angehörte, als der nach dem Aequator zu gelegene convexere Bogen deſſelben Meridians, mithin auch größere Grade hätte.

Wenn man nun die ſogenannten populären Werke lieſt, welche in unſern Tagen aus manchen literariſchen Werkſtätten gleichſam hervorſprudeln, ſo muß man freilich annehmen, es ſeien durch die Gradmeſſungen die glänzendſten Reſultate erreicht, es ſei die Abplattung unter den Polen auf das Genaueſte erwieſen und die

Digitized by Google

Erdaxe etwa $^1/_{330}$ kürzer, als der Durchmesser des Erdäquators. Da erzählt man namentlich die Resultate, welche 1736 Condamine und Bouquer in Peru, 1737 Maupertuis in Lappland erlangt haben sollen, denn es wäre von denselben die Länge eines Meridiangrades

in Lappland	. . .	57,405 Toisen
in Frankreich	. . .	57,074 „
in Peru	. . . . .	56,753 „

gefunden, und es wäre demnach ein Meridiangrad unter dem Aequator (in Peru) wirklich um 224 Toisen kleiner, als in Frankreich, und um 652 Toisen kleiner, als ein Grad in Lappland. Allein mit diesen Gradmessungen stimmen so viele andere nicht. So fand Snellius in der Nähe von Leyden einen Meridiangrad 55,057 Toisen groß, also weit kleiner, als die Meridiangrade unter dem Aequator. In Gehlers phys. Wörterb. Bd. III, S. 842 ff. ist durch eine Menge von Beispielen gezeigt, wie wenig die verschiedenen Messungen unter einander stimmen und welche verschiedenen Ziffern für die Abplattung man erhalten hat. La Place fand, indem er die Gradmessungen in Peru, auf dem Cap, in Pensylvanien, die italienische, die neue französische bis Barcellona und die österreichische in Rechnung nahm, die Abplattung $= {}^1/_{277}$. Die Messung von Dünkirchen bis Montjouy für sich berechnet, gab nach la Place eine Abplattung von $^1/_{150}$. Aus einer Vergleichung der peruanischen Messung mit der französischen von Dünkirchen nach Barcellona fand Delambre die Abplattung gleich $^1/_{308}$. Durch Vergleichung der französischen, englischen und nordischen Messung fand von Lindenau $^1/_{380}$, und die beiden amerikanischen gaben ihm sogar $^1/_{500}$, die englische Gradmessung dagegen $^1/_{55}$. Daher folgerte er auch bereits, daß Gradmessungen überhaupt zur Bestimmung der Gestalt unsrer Erde unzulänglich seien, wenn wir nicht annehmen wollten, daß dieselbe ein durchaus unregelmäßiger Körper. Auch Munke (in Gehlers phys. Wörterb. a. a. O. S. 875) spricht sich dahin aus, daß die bisherigen Gradmessungen nicht geeignet schienen, die Frage über die Excentricität des elliptischen Erdsphäroids genügend zu entscheiden; dieses gehe schon aus den großen Abweichungen hervor, welche die Zusammenstellung der einzelnen Gradmessungen zeige, und wenn sie sich gleich anscheinend zu dem mittlern Resultat von $^1/_{305}$ vereinigen ließen, so wisse man doch zugleich sehr wohl, daß eben diese Größe aus theoretischen Gründen ge-

Digitized by Google

ſucht und daher auch gefunden ſei. — In neueſter Zeit hat man auch Breitengrade gemeſſen, um nach ihnen die Abplattung zu beſtimmen, während man früher nur die Längengrade dazu benutzt hatte, allein annehmbare Reſultate ſind auch hierbei nicht gewonnen. Vielmehr ergeben die Meſſungen — von Plinius bereits ein ausum improbum genannt — noch immer, wenn man überhaupt die Möglichkeit und Zuverläſſigkeit ſolcher Meſſungen zulaſſen will, das Reſultat, daß die Erde ein unregelmäßiger Körper iſt und folglich nicht unter dem Einfluß einer Axendrehung entſtanden ſein kann.

Am Berühmteſten iſt die während der franzöſiſchen Revolution vorgenommene Gradmeſſung wegen der Männer, von denen ſie geleitet wurde (Borde ſtand an der Spitze, Delambre, Méchain, Biot und Arago führten ſie aus), wegen des Glanzes, mit der ſie ausgeführt und wegen des Zweckes, der beabſichtigt wurde. Man beabſichtigte $12^1/_2$ Grad, etwa 190 Meilen, des pariſer Meridians von Dünkirchen bis Formentera zu meſſen, um dann weiter die Entfernung des Aequators von dem Pole durch Rechnung zu beſtimmen und den zehnmillionſten Theil dieſer Entfernung als Grundmaß mit der Benennung Meter einzuführen. Großartig war die Idee, ſcheiterte aber, ſo daß man decretiren mußte, ein Meter ſolle 443,296 Linien der Toiſe enthalten.

Doch hat man das Meſſen der Erde wegen der verunglückten Verſuche nicht aufgegeben, ſondern vielmehr für nothwendiger erkannt, als früher. Vorzüglich hält man für wichtig, die vorhandenen Gradmeſſungen unter einander zu verbinden, und bald wird man ununterbrochene Meſſungen beſitzen von den baleariſchen Inſeln bis Lappland, und vom Norden Schottlands bis Dalmatien. Das letzte Glied, welches noch in der großen, faſt ganz Europa durchziehenden Kette der Meſſungen fehlt, wird jetzt durch die Unternehmungen des Generalſtabes der preußiſchen Armee hinzugefügt, welche ſich am Rhein an die franzöſiſchen Meſſungen, in Schleſien an ähnliche öſterreichiſche, und an der Weichſel an die ruſſiſchen Arbeiten anſchließen.

In dem Bulletin de la cl. phys. math. de l'Acad. de St. Petersbourg 1853, T. XII, p. 97—128 findet ſich eine ſehr gediegene Arbeit von Dr. M G. von Paucker über die Geſtalt der Erde. Das Reſultat dieſer Arbeit iſt, daß die Erde kein Rotationskörper iſt. Herr von Paucker hat verſucht,

Digitized by Google

die Frage über die Gestalt der Erde auf einem Wege zu entscheiden, welcher die beschränkte Vorstellung einer elliptischen Gestalt verläßt. Zuvörderst gibt er eine mathematische Entwickelung, welche zuletzt zu einem sehr einfachen Verfahren führt, die Elemente des Meridians aus den Beobachtungen einer Gradmessung zu bestimmen, wobei der Meridian als eine beliebige krumme Linie angenommen wird, mit der einzigen Beschränkung, daß diese Linie wenig vom Kreise abweicht. Nach den so erhaltenen Ausdrücken nimmt er die sämmtlichen vorhandenen Gradmessungen in Rechnung und combinirt sie nach dem Satze der kleinsten Quadrate zur Gewinnung der Elemente eines neuen mittlern Meridians. Hierdurch findet sich die Bestätigung dessen, was schon aus theoretischen Gründen erkannt war, daß die elliptische Gestalt unzulässig ist, denn der Meridian könnte nur dann eine Ellipse sein, wenn das Innere der Erde überall gleiche Dichtigkeit hätte, eine Bedingung, die aus geologischen Gründen nicht stattfindet. Der mittlere Meridian hat vielmehr eine Krümmung, deren Gleichung in Polcoordinaten durch die zum Schluß der jetzt folgenden Elemente des mittlern Meridians unter Ortshalbmesser gegebene Gleichung bestimmt wird, wo die Buchstaben die in der folgenden Erläuterung angegebene Bedeutung haben.

Folgendes sind nun die Bestimmungen, welche Herr von Paucker durch seine Rechnungen für die Elemente des mittlern Meridians findet, in Toisen ausgedrückt:

Meridianquartant	Q	= 5131696,266
Aequat. Halbmesser	a	= 3272553,2083
Halbe Erdaxe	b	= 3261265,6467
Gesammtabplattung	α	= 0,0034491606
Abplattungsnenner	$1/\alpha$	= 289,9256
Ortshalbmesser	r	$= 1 - \alpha_1 c^2 + \alpha_2 c^4 - \alpha_3 c^6 + \alpha_4 c^8$

Hierin ist unter Ortshalbmesser der für irgend einen Ort des Meridians aus der Erdmitte gezogene Halbmesser verstanden; unter c der Sinus seines Neigungswinkels gegen die Aequatorebene, unter α_1, α_2, α_3, α_4 folgende Coefficienten:

α_1 = 0,003399065
α_2 = 0,000051868
α_3 = 0,000001775
α_4 = 0,000000002

Digitized by Google

Sollte der mittlere Meridian der Erde eine Ellipse sein, so müssen folgende Beziehungen stattfinden:

$$2\,\alpha_2 = 3\,\alpha_1\,\alpha_1,\ 3\,\alpha_2 = 5\,\alpha_1\,\alpha_2,\ 4\,\alpha_4 = 7\,\alpha_1\,\alpha_2,$$

was nicht der Fall.

Demnächst hat Herr von Paucker untersucht, ob die einzelnen Meridiane einander gleich sind, d. h. ob die Erde ein Rotationskörper sei. Unter den vorhandenen Gradmessungen finden sich nur drei, welche nach den vom Verf. S. 115 entwickelten Principien über diese Frage einigen Aufschluß geben können, die von Ostindien, von Paris und von Dorpat. Für diese finden sich folgende Elemente:

	Ostindien	Paris	Dorpat.
Quadrant. Q	5124859,65	5130868,446	5134459,68
Aequat. Halbm. a	3266437,7256	3273825,3818	3272551,6360
Halbe Erdaxe b	3258736,2420	3258999,2224	3264845,4694
Abpl.-Nenner. $^1/\alpha$	424,13	220,814	424,666

Hiervon hat der Quadrant des pariser Meridians die größte Sicherheit, welche bei der allgemeinen oben angegebenen Unsicherheit der Gradmessungen möglich ist, was damit zusammenhängt, daß der 45. Breitengrad in die Mitte der französischen Gradmessung fällt. Dieser Quadrant nun ist um 830 Toisen kürzer, als der Quadrant des mittlern Meridians nach obiger Bestimmung, was nur unter Voraussetzung einer Ungleichheit der Meridiane stattfinden kann, da sonst der einzelne dem mittlern gleich sein müßte. Die Erde ist also kein Rotationskörper.

Als bemerkenswerth hebt Herr von Paucker noch hervor, daß die nördlichen Gradmessungen einen größern Quartanten geben, als die südlichen. Der Unterschied zwischen dem ostindischen und dem dorpater Quartanten beträgt nämlich nach voriger Tabelle 9600 Toisen (3800 = 1 geogr. Meile).

„Da die Meridianelemente," bemerkt Herr v. Paucker, „von der veränderlichen Erddichtigkeit abhängen, so haben sie in den verschiedenen Theilen des Meridians wahrscheinlich nicht gleichen Werth. Die durch Rechnung gefundenen Elemente entsprechen derjenigen Krümmung, welche eine über die Oberfläche verbreitete dünne Schicht annimmt. Diese Krümmung muß von der geometrischen Meridiankrümmung etwas verschieden sein, wenn die Erde anders als durch bloßen Niederschlag aus einer ursprünglich flüssigen Masse sich gebildet hat. Es darf also nicht befremden, daß die drei

Digitized by Google

Gradmeſſungen für die halbe Erdaxe einen verſchiedenen Werth geben."

Daß die aſtronomiſchen Meſſungen mit den geodätiſchen nicht ſtimmen, von beiden aber wieder die durch Pendelmeſſungen erlangten Reſultate abweichen, iſt ſchon bemerkt. Aber auch dann, wenn man die gegenwärtigen Annahmen durch elektriſche Signale vergleicht, findet man die Irrigkeit derſelben. So vergleicht man jetzt die Lage der engliſchen Sternwarten unter einander durch Signale mit den elektriſchen Telegraphen und hat dabei gefunden, daß die öſtliche Länge von Cambridge 0,85 Secunden weniger betrage, als man bisher annahm.

Alſo — alle unſere jetzigen Kenntniſſe reichen nicht aus, genaue Meſſungen auf der Erde vorzunehmen, und die wahre Geſtalt der Erde, ſo wie deren Größe, iſt uns noch unbekannt, wird es wahrſcheinlich auch bleiben.

Zehnte Vorleſung.

Newton.

Blicken wir noch ein Mal nach dem Ende des 17. und dem Anfang des 18. Jahrhunderts zurück. Es war das eine ungemein regſame, thätige Zeit. Außer den ſchon genannten Männern ſind noch berühmt geworden: Dörfel, der zuerſt die Kometenbahnen zu erforſchen ſuchte; Caſſini, ein um die meiſten Zweige der Aſtronomie hochverdienter Mann, der ſeinen Fleiß und ſein Streben auf Sohn, Enkel und Urenkel vererbte; Huyghens, der die Pendeluhren erfand; Flamſteed, der das große brittiſche Sternverzeichniß bearbeitete — und vor allen Newton (geboren 1642), den man nur den Großen nennt, obſchon von allen ſeinen Entdeckungen auch nicht eine ſich ſtichhaltig erwieſen hat. Er wirkte bis zu ſeinem Tode (1727) zu einer völligen Umgeſtaltung der phyſiſchen Aſtronomie, hat aber nur Irrthümer in dieſelbe gebracht, hat den Fortſchritt, die Erkenntniß des Wahren lediglich gehemmt. Nur durch den tief eingewurzelten Autoritätsglauben der Menſchen, nur dadurch, daß es der angebornen Trägheit bequemer fällt, Andere für

Digitized by Google

ſich denken zu laſſen, als ſelbſt zu denken, haben ſich Newtons Lehrſätze bis jetzt in den Lehrbüchern und auf den Kathedern erhalten.

Es fehlte noch die Erklärung der Bedingungen, durch welche die Planeten um die Sonne getrieben würden. Newton gab ſie. Während Descartes die Urſache der Bewegung der Planeten um die Soune, und der Trabanten um die Planeten in der wirbelnden Bewegung einer feinen Materie geſucht, behauptete Newton, daß die elliptiſche Planetenbewegung durch die doppelte Wirkung einer nach dem anziehenden Körper im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung ſtrebenden, anziehenden Kraft und eines den Planeten urſprünglich beigebrachten Stoßes entſtehe, deſſen Impuls im leeren Raume ewig fortdauere.

Nun iſt aber einestheils kein leerer Raum möglich, weil ſchon die Natur unſrer Atmoſphäre einem ſolchen widerſpricht, und anderntheils iſt auch die Newtonſche anziehende Kraft ein Unding, wie wir ſogleich näher ſehen werden.

Man verſteht unter Attraction oder Anziehung im Allgemeinen die große Menge der Erſcheinungen, wonach ſowohl die Materie im Allgemeinen, wie auch die verſchiedenen Körper insbeſondere das Beſtreben äußern ſollen, ſich einander zu nähern, Verbindungen einzugehen und in denſelben zu verharren. Nach der Verſchiedenartigkeit dieſer Vereinigungs-Erſcheinungen unterſcheidet man mehre beſondere Arten der Attraction. Daß die einzelnen Theile eines Körpers einen Zuſammenhang unter einander haben, nennt man Cohäſion; daß gewiſſe Körper an andern haften, z. B. ein Waſſertropfen am Holze, Adhäſion. Der nach Urſachen ſpürende Menſch ſuchte auch hier und befriedigte ſich mit einer ſehr flachen Erklärung. Die einzelnen Theile eines Körpers, meinte er, ziehen einander an, deßhalb cohäriren ſie; das Holz zieht das Waſſer an, deßhalb adhärirt letzteres. So glaubte man alſo die Körper, die lebloſe Materie, im Beſitz einer beſondern Ziehkraft, welche man eben Attraction nannte und fand bald unzählige Erſcheinungen in der Natur, welche ſich durch dieſe Ziehkraft erklären ließen.

Da war namentlich die auffallende Erſcheinung noch nicht erklärt, daß die Körper fallen, wenn ſie nicht auf eine beſtimmte Weiſe geſtützt und gehalten werden. Newton fiel es ein, über dieſe Erſcheinung nachzudenken, als er einen Apfel von einem Baume

Digitized by Google

fallen sah. Warum fiel dieser Apfel nicht nach einer andern Richtung im Weltraume, sondern gerade nach der Erde? Newton meinte, es sei das Folge der Anziehung. Da es bereits als gewiß angenommen wurde, daß die einzelnen Theilchen der Körper sich gegenseitig anzögen, die Anziehung also eine Eigenschaft der Materie sei, so lag es nahe, weiter zu folgern, daß die Größe der Anziehung mit der Masse der Materie wachse und der größere Körper die größere Kraft der Anziehung habe. Der größte Körper, den wir kennen, ist aber die Erde selbst, und sie muß folglich am Stärksten anziehen — deßwegen fällt Alles, was sich im Bereich der Anziehungskraft der Erde befindet, auch nach ihr hin. Allein mit diesem einfachen Satze konnte Newton's Geist noch nicht zufrieden sein, daher er in seinen Folgerungen und Rechnungen weiter ging. Er fand, daß die vereinte Anziehungskraft der ganzen Erde vom Mittelpunkt derselben aus wirke: daß also ein Körper, je weiter er vom Mittelpunkt der Erde sei, desto weniger angezogen werde, und diese anziehende Kraft der Erde in dem Grade abnehme, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte zunehme. Ein Körper also, welcher noch ein Mal so weit, wie wir, also um zwei Halbmesser der Erde vom Mittelpunkt der letztern entfernt wäre, würde ($2 \times 2 =$) 4 Mal schwächer angezogen, als wir.

Insofern durch diese letztere Art der Attraction das Fallen der Körper veranlaßt wird, das Bestreben zu fallen oder zu drükken aber ihre Schwere genannt wird, so hat man dieser letztbesprochenen Attraction auch den besondern Namen Schwerkraft oder Gravitation ertheilt. Newton erklärte ferner durch die Gravitation die Bewegungen der Himmelskörper, ein Punkt, den wir besonders besprechen werden.

Wir müssen zwor bemerken, daß die Physiker nicht hinsichtlich aller Punkte der Attractionslehre mit einander einig sind, aber dennoch können wir sagen, daß die heutige Wissenschaft folgende Punkte als ausgemacht annimmt:

1) Daß die Anziehungsäußerungen im Allgemeinen aller Materie zukommen;

2) daß die Gravitation und die mit ihr dem Wesen nach identische Schwere als einfache Wirkungen der Attraction nach dem von Newton aufgestellten Gesetze anzusehen sind;

3) daß die Erscheinungen der Adhäsion und Cohäsion auf jeden Fall als Wirkungen der Attraction zu betrachten sind;

Digitized by Google

4) daß auch die chemiſchen Verbindungen auf die Attraction zurückgeführt werden können (obſchon man bei dieſen bereits der Elektricität ein großes Gewicht einzuräumen beginnt).

Betrachten wir nun dieſe Lehre etwas genauer, ſo fällt es uns zunächſt auf, daß dem todten Stoffe Kräfte zugeſchrieben werden, daher ſie auch zu dem Ausgangspunkte des neuern Materialismus geworden iſt. Wohin wir um uns blicken, da ſehen wir aber, wollen wir aufmerkſam und unbefangen ſein, den Dualismus walten, und hier ſollte es die Materie allein ſein, welche wirkte? So wie im Thiere Geiſt und Körper zuſammentreten müſſen, um Wirkungen hervorzubringen, ſo müſſen auch in der ſogenannten unorganiſchen Natur Geiſt und Materie zuſammentreten, um zu wirken. Und dieſe Anſicht bricht ſich in der That immer mehr Bahn. Schon iſt es ganz gewöhnlich, die Erde als einen Organismus anzuſehen. Allein dann ſollte man auch den Widerſpruch fahren laſſen, welcher noch immer darin liegt, daß man die Attraction von der Materie ausgehen läßt, denn wenn die Erde ein Organismus iſt, ſo muß ſie auch ein Leben haben, und das Leben ſetzt einen Geiſt voraus. Der Geiſt oder die Lebenskraft der Erde iſt aber die Elektricität, und ſo mag ſie es auch ſein, welche die Anziehungserſcheinungen, ſo weit dieſe begründet ſind, vollbringt.

So weit ſie begründet ſind! Da wird aber viel von dem bisher Angenommenen zu ſtreichen ſein. Die Cohäſion wenigſtens durchaus. Die Cohäſion iſt die Frucht einer ſchlecht begriffenen Atomenlehre. Weil ich einen Stein zerreiben kann, weil man in der Theorie behauptet, daß die einzelnen durch das Zerreiben erhaltenen Theilchen wiederum ins Unendliche theilbar ſeien, ſo nimmt man an, daß der ganze Stein aus unendlich kleinen Theilchen (Molecülen) beſtehe und dieſe durch die Attraction (in dieſem Falle Cohäſion genannt) unter ſich zuſammenhingen. Aber es iſt nicht wahr, daß der Stein vor ſeiner Zertrümmerung aus Theilchen beſtand, ſondern er war ein Ganzes; er war aus Theilchen entſtanden, aber dieſe waren unter ſich zuſammengewachſen, freilich auch etwas für uns Unbegreifliches, wie uns am Ende Alles unbegreiflich iſt, aber durch Attraction doch gewiß nicht zu Erklärendes. Bringen wir die zerriebenen Theilchen des Steines ſo genau unter ſich zuſammen, wie wir wollen, ſie werden ſich nicht attrahiren und cohäriren, ſo wenig Sägeſpäne je wieder einen Baumſtamm bilden können. Wollen wir die getrennten Theile unter ſich

Digitized by Google

wieder verbinden, so müssen wir ein Bindemittel hinzusetzen, dessen Theile beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand zusammenwachsen können.

Also die Cohäsion ist doch etwas ganz Anderes und durch Attraction nicht zu erklären.

Auch die Adhäsion beruht nicht auf einer gegenseitigen Anziehung, sondern auf dem Naturgesetz, daß Körper von entgegengesetzter Elektricität sich zu vereinigen streben. Warum adhäriren nicht alle Körper mit einander, da doch die Attraction eine Eigenschaft jeder Materie sein soll? Es verhält sich mit der Adhäsion, wie mit der chemischen Verbindung, die ebenfalls mit Unrecht durch Attraction erklärt wird. Warum mischt sich Wasser nicht mit Oel? Warum adhärirt Quecksilber dem Glase nicht? Sie haben keine Verwandtschaft mit einander, antwortet die Schule, gesteht aber damit schon ein Aufgeben der körperlichen Attraction, denn wählen kann nur der Geist, und die auf Wahl beruhenden Verwandtschaftserscheinungen setzen daher einen Geist voraus.

So bleibt uns also nur noch die Schwere oder Gravitation übrig. Aber auch hier bleibt die Ziehkraft noch immer eine problematische Kraft, so daß Mädler (Astronomie S. 70) verzweiflungsvoll ausrufen muß: „Mag man sich die Anziehung mit oder ohne Haken und Seile denken, oder (wie der Verfasser) auf jede sinnliche Vorstellung derselben von vorn herein verzichten, dieß Alles ist der Astronomie gleichgiltig.“

Der Newtonsche Apfel fiel zur Erde, aber ein Luftballon erhebt sich von der Erde empor. Das beweist uns keineswegs, daß die Erde eine Ziehkraft ausübt, sondern nur, daß die Körper verschiedenes specifisches Gewicht haben und der schwerere in den leichtern untersinkt, wenn dieser seiner Natur nach ein solches Untersinken erlaubt; oder daß der leichtere in dem schwerern emporsteigt, wenn dieser letztere das Emporsteigen erlaubt. Freilich führt uns das auf einen allgemeinen Schwerpunkt zurück, als welchen wir den Mittelpunkt der Erde ansehen mögen, wenn es nämlich wahr ist, daß Alles in der Richtung nach diesem fällt, was jedoch keineswegs als erwiesen angenommen werden kann, sondern nur aus der Theorie gefolgert ist. Allein eben dieser Schwerpunkt würde uns einen neuen Beweis liefern, daß eine Massenanziehung bei der Sache nichts zu thun hat. Es ist nämlich eine vollkommen gedan-

Digitized by Google

kenlose Annahme unsrer Physiker, daß die vereinte Anziehungskraft aller Theile der Erde mit dem Mittelpunkte derselben zusammenfalle. Wenn jedes Theilchen seine besondere Anziehung hat, so übt auch jedes Theilchen auf das Ganze seine Anziehung aus, so wie das Ganze wieder auf das Theilchen, und es muß dadurch nach allen Seiten hin eine so vollkommene Ausgleichung erfolgen, daß kein besonderer Mittelpunkt der Anziehung da sein kann. Anders ist es mit dem Schwerpunkt. Eine aus gleichartigem und gleichmäßig vertheiltem Stoff gefertigte Kugel muß ihren Schwerpunkt in der Mitte haben, und so mag auch — muß auch — die Erde ihren Schwerpunkt haben, aber keinen Mittelpunkt der Anziehung. Es ist folglich die Frage, ob die lothrechte Linie auf unsrer Erde allemal nach dem Mittelpunkte derselben geht.

Man wird mir vielleicht einwenden, daß man durch directe Versuche die Attraction gemessen habe; man wird mir die Versuche von Maskelyne vorhalten, welcher gemessen haben soll, wie sich die Anziehung des Berges Shehallien gegen die Anziehung der ganzen Erde verhalte; oder die Versuche mit der Drehwage, welche noch genauer die Größe der Anziehung angeben sollen. Wir werden später ausführlicher von diesen Versuchen sprechen; für jetzt versichern wir nur vorläufig, daß jene Versuche lediglich in Volksschriften und in Schulen als entscheidend aufgeführt werden, denn man kennt den Wunderglauben der Menge und sucht sich dieser beliebt zu machen. Wissenschaftliche Männer haben dagegen nie diese Versuche als entscheidend erkannt, weil eine unerreichbare Genauigkeit zu denselben gehören würde und sie auch stets widersprechende Resultate geliefert haben. Dagegen haben bereits Kant (Metaphysik, Riga 1787, S. 53) und Muncke (Gehlers phys. Wörterb. II., S. 346) gestanden, daß eine Wirkung in die Ferne, wie diese bei der Attraction als Ursache der Gravitation angenommen „zu werden schiene," immer schwer vorstellbar bliebe. Indeß ist es ein treffliches Zeichen der herrschenden Befangenheit, wenn Muncke gleichsam erschreckt über sein ketzerisches Bekenntniß, sich beeilt hinzuzufügen: „Indeß berechtigt dieß keineswegs dazu, die Sache selbst deßwegen zu verwerfen, indem uns ohnehin gar nicht bekannt ist, ob überhaupt und was für ätherische Stoffe die sogenannten leeren Räume erfüllen mögen, von deren Dasein oder Nichtexistenz wir vielleicht niemals Gewißheit zu erlangen vermögen." Dann aber gesteht er, „daß sich aus dem von ihm Gesagten ergäbe, daß

Digitized by Google

die Thatsachen bei Weitem noch nicht genügend ergründet seien, um über das eigentliche Wesen und das allgemeine Gesetz der Attraction und die besondern Modificationen derselben mit völliger Gewißheit zu entscheiden.“ Wenn aber eine solche Autorität, wie Muncke, sich zu einem derartigen Geständniß genöthigt sieht, so werden doch die Freunde der Attractionslehre, wie sich diese in den populären Schriften vorgetragen findet, gewiß einsehen, daß sie derselben nicht zu sehr trauen dürfen, vielmehr hier, wie überall, die Regel gilt, daß wir noch gar nichts wissen, trotz dem unbegreiflichen Stolze, welcher unsre Zeit characterisirt.

So viel steht allein fest, daß es eine Richtung der Schwere gibt, und diese, so weit wir den Raum kennen, nach der Erde geht — ob aber nach dem Mittelpunkte oder nach verschiedenen Punkten derselben, das ist uns unbekannt. Uebrigens ist auch ein Mittelpunkt jener Richtung nicht nöthig, und wir können uns einfach mit einer Mitte begnügen. Ist nun die Erde Mitte der Schwere, so wird dadurch schon jede andere gleiche Mitte ausgeschlossen, denn es ist gar nicht abzusehen, wie sich in der Urzeit, als noch die Anfänge der Materie durch den ganzen Raum vertheilt waren, in diesem Raume, den wir doch als einen einigen annehmen müssen — und den selbst die Attractionstheoretiker als einen einigen annehmen, indem sie eine Centralsonne suchen — mehre verschiedene Mitten der Schwere bilden und so aus der Materie eine Sonne, ein Mond, verschiedene Planeten u. s. w. in der Art, wie man sich dieselben jetzt vorstellt, bilden konnten. Es mußte vielmehr jeder verdichtete Stoff nach der allgemeinen Mitte der Schwere sinken, und wir haben also nur auf und in der Erde die schweren Stoffe zu erwarten, während die Himmelskörper gewiß von einer ungemeinen Leichtigkeit sind, was auch die neuesten Erfahrungen bestätigen, wie wir später sehen werden.

Aber Newton ging weiter. Die neue copernicanische Weltordnung wurde zu Newtons Zeit bereits allgemein angenommen und war durch die Anbauten der Verbesserer zu einem kolossalen Palast geworden, in welchem Trabanten um Planeten, Planeten um Sonnen, diese aber gewiß auch wieder um ein letztes noch unbekanntes Etwas kreisten. „Gottes Finger war darin nicht zu erschauen,“ wie später Laplace gestand, also mußten großartige Naturkräfte den Gang der verwickelten Weltuhr erhalten. Und diese Kräfte meinte Newton ergründet zu haben. Der fallende Apfel

Digitized by Google

hatte ihn auf die Spur geleitet: er erkannte in der Gravitation den Grund der Kreisbewegung der Welten. Allein die Gravitation reichte allein noch nicht aus; es mußte eine zweite Kraft hinzugenommen werden. Wenn ich einen Gegenstand an einem Faden im Kreise herumschleudere, so wirkt der Faden als die Attraction, der Schwung aber, den ich dem Gegenstande mittheile, würde ihn ohne die Attraction in den Raum hinaustreiben. Jene zieht den kreisenden Körper nach dem Mittelpunkt seines Kreises und wird daher die Centripetalkraft genannt; der Schwung treibt den Körper von dem Mittelpunkte hinweg und bildet daher die Centrifugalkraft. Der Körper kann, wenn jene beiden Kräfte einander gleich sind, keiner derselben folgen, sondern beschreibt endlose kleine Diagonalen, welche die Kreislinie bilden; siegt die Centripetalkraft, so fällt der kreisende Körper nieder; siegt die Centrifugalkraft, so reißt der haltende Faden und der Körper fliegt so weit von seinem bisherigen Centrum hinweg, wie ihm die Fliehkraft erlaubt.

Wenn also die Erde nach copernicanischer Ansicht um die Sonne kreist, so kommt das nach Newton daher, weil sie von einer Centrifugalkraft in den endlosen Raum hinausgetrieben, von der Centripetalkraft (der Gravitation) aber an die Sonne gefesselt wird. Da fragt man denn zugleich: Gut! die Centripetalkraft wird also von der Attraction der Sonne unterhalten; wie steht es aber mit der Centrifugalkraft? Woher kommt sie und wodurch wird sie unterhalten? — Da können sich denn die gelehrten Herren, welche den Finger Gottes am Himmel nicht finden, denen Alles pure Natur ist, nicht anders helfen, als daß sie dennoch annehmen — der liebe Gott habe der Erde zu Anfang einen Puff gegeben, und da sei sie denn dahin geflogen und würde in dem endlosen Raume zufolge dieses uranfänglichen Puffs noch immer gerade aus fliegen, wenn nicht die Sonnenattraction den geraden Flug in einen kreis- oder fast kreisförmigen verwandelt hätte. Das gleicht allerdings gar sehr einem Puff, allein man beruhigt sich doch für einen Augenblick und fragt weiter: Wie kommt es, daß der durch den Puff ertheilte Centrifugaltrieb noch immer ausdauert? — Auch da sind unsre Leute wegen der Antwort nicht in Verlegenheit. Sie schieben das fortdauernde Fliegen auf Rechnung der Trägheit der Materie. Also Trägheit bewirkt Thätigkeit! Das ist eben so hübsch, wie das Märchen, nach welchem das Wasser Product einer Verbrennung ist. Aber solche Wunderdinge muß man der Welt

Digitized by Google

ſagen, wenn ſie glauben ſoll. Das wiſſen auch unſre Marktſchreier, und poſaunen daher in Zeitungs-Inſeraten das Unmögliche aus, wohl wiſſend, daß ihnen dann die Welt glauben werde. Mundus vult decipi, ergo decipiatur!

Eine auf unſrer Erde rollende Kugel, ſo ſagen unſre Phyſiker, würde ebenfalls endlos fortrollen in Folge ihrer Trägheit, wenn ſie nicht durch den Widerſtand der Luft, durch die Reibung und durch die Attraction der Erde allmählig zur Ruhe gebracht würde. Die Erde aber fliegt durch den leeren Weltraum, hat keine Hinderniſſe zu überwinden, und daher dauert die Wirkung des uranfänglichen Stoßes endlos fort.

Halt! darin liegt ein Widerſpruch! Wir wollen jetzt nicht richten, ob der Weltenraum leer oder erfüllt iſt; wenn die copernicaniſche Hypotheſe wahr iſt, ſo kann es auch einen leeren Raum geben. Aber wenn man einräumt, daß die Attraction der Erde mitwirke, dem Fortrollen einer Kugel ein Ende zu ſetzen, ſo hat man vergeſſen, daß auch die Attraction der Sonne auf die Erde einwirken ſoll, und dieſe fortdauernde Attraction doch endlich den uranfänglichen Stoß aufheben müßte. Alſo wieder eine unbegreifliche Sache! ein neuer Beweis, daß die Copernicus-Kepler-Newtonſche Theorie einen Glauben erfordert, der noch etwas ſtärker, als Köhlerglaube.

Aber Newton! — Hat er doch ſogar die Sache mathematiſch begründet und gefunden, daß die Attraction mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt!

Gerade umgekehrt könnte man aus der Keplerſchen Hypotheſe folgern, daß die Anziehung mit dem Quadrat der Entfernung zunähme und mit dem Quadrat der Annäherung abnähme. Nach Kepler bewegen ſich, wie wir ſchon ſahen, die Himmelskörper nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen. Alſo auch die Erde, bei der wir einmal ſtehen bleiben müſſen, bewegt ſich in einer Ellipſe um die Sonne. Eine Ellipſe hat bekanntlich zwei Brennpunkte, und in dem einen Brennpunkte der von der Erde beſchriebenen Ellipſe ſoll nach der allgemeinen Annahme die Sonne ſtehen. Folglich wäre die Erde zu Zeiten der Sonne näher, zu Zeiten ferner. Im Januar befindet ſie ſich, wie man ſagt, 20,381,499 Meilen, im Juli aber 21,015,101 Meilen von der Sonne entfernt. Nun ſagt man ferner, bei der Bewegung der Erde von der Sonnenferne nach der

Digitized by Google

Sonnennähe sei die Centrifugalkraft kleiner, als die Centripetalkraft, dagegen in der Sonnennähe die Centrifugalkraft wieder stärker werde. Wenn aber die Erde aus der Sonnennähe nach der Sonnenferne enteilen kann, so muß doch in der Sonnennähe die Attractionskraft so unbedeutend sein, daß der Fugaltrieb sie überwinden und die Erde davonführen kann. Und wenn ferner aus der Sonnenferne die Erde nach der Sonnennähe zurückkehren kann, so muß mit der Entfernung die Kraft der Attraction gewachsen sein, so daß sie nun, die Fliehkraft überwindend, die Erde nach der Sonne zurückführen kann.

Also ergäbe sich aus der Sache gerade das Gegentheil von dem, was Newton ausgerechnet hat! die Attraction wüchse mit dem Quadrat der Entfernung und verminderte sich mit der Annäherung. Und wie sollen wir es überhaupt verstehen, daß die Kraft a, wenn sie von der Kraft b überwunden ist, je wieder die Obermacht erlangen kann? Oder erneuert der liebe Gott in passenden Zeiten seinen Puff, damit die Bahn hübsch in Ordnung bleibe? Hat Newton Recht, so muß in der Sonnennähe die Attraction das Uebergewicht haben, muß also auf die Erde stärker einwirken, sie stärker heranziehen und so immer näher und näher der Sonne bringen, ohne daß je der Fugaltrieb wieder siegen könnte. Hat aber der Fugaltrieb einmal das Uebergewicht erhalten, so erkennt man nicht, wie je die Attraction wieder zu ihrem Rechte gelangen soll.

Wie stimmt es ferner mit der Theorie, daß die Erde gerade in der Sonnennähe am Schnellsten laufen soll; daß ferner die der Sonne nächsten Planeten am Schnellsten in ihren Bahnen laufen sollen, während doch gerade bei den fernsten, am Wenigsten attrahirten der schnellste Lauf stattfinden müßte!

Am 23. September 1855 ist der Welt laut zugerufen, daß die Attractionstheorie ein Irrthum sei, aber die Welt hat keine Ohren gehabt. Durch die Attraction des Mondes soll nämlich die Fluth veranlaßt werden, und die größten Fluthen sollen dann entstehen, wenn Sonne und Mond gemeinschaftlich nach einem Punkte attrahiren. Am 23. Sept. nun standen Sonne und Mond so, daß an den Küsten Nordteutschlands eine der stärksten Fluthen des Jahrhunderts hätte entstehen müssen. Man machte die Küstenbewohner auf das großartige Schauspiel aufmerksam, das ihrer warte. Allein die große Fluth blieb aus — gerade neckischer Weise zeigte sich

Digitized by Google

eine der niedrigsten Fluthen, deren man sich entsinnen kann. So war auch von dieser Seite die Newtonsche Entdeckung als nichtig erwiesen!

Aber noch mehr! Wenn man die Gravitationsrichtungen der Erde und der Planeten berechnet, so findet man, daß sie gar nicht nach der Sonne gehen. Selbst Richers (Schöpfungsgeschichte, S. 122) hat schon darauf hingewiesen, daß die Richtung der Schwere unsrer Erde, wenn wir nämlich das copernicanische System annehmen, oft gar nicht in die Sonne selbst, noch in einen andern Stern, sondern in den leeren Himmelsraum falle. Selbst die Astronomen merken das bereits, suchen sich aber auf eine zwar listige, doch auf die Dauer nicht ausreichende Weise zu helfen. Nachdem man nämlich sogenannte Doppelsterne oder Vielgestirne kennen gelernt zu haben meint, welche sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt im leeren Raume bewegen sollen, so beginnt die Ansicht beliebt zu werden, daß die Sonne mit den Planeten ein solches System von Vielsternen bilde, das sich um einen oft in den leeren Raum fallenden Punkt bewege. Herr Doctor Ule ist schon bemüht gewesen, als Apostel der neuen Theorie aufzutreten und sagt in dem siebenten Bande von Meyers Volksbibliothek für Länder-, Völker- und Naturkunde, S. 18: „Die neuen Beobachtungen haben uns erwiesen, daß auch unsre Sonne ihre Bewegung habe, eine Rotation um sich selbst, die sie in $25^1/_2$ Tagen vollendet, die aber verbunden ist mit der Bewegung in einer kleinen Ellipse um einen unbekannten Brennpunkt. Dieser Punkt, derselbe, um den sich die gesammten Planeten des Systems bewegen, ist der Schwerpunkt desselben. Er fällt öfter außerhalb, als innerhalb des Sonnenkörpers, und fällt mit dem Mittelpunkte desselben nur in einzelnen wenigen Momenten zusammen. Die Sonne ist also ein Planet, wie alle andern Planeten, und nur, weil sie sich nie weit von dem Schwerpunkt des Systems entfernt, hat sie die Ehre, seine Herrscherin zu heißen. So ist es also vorbei mit all unsrer geträumten Herrlichkeit am Himmel, vorbei mit der Herrschaft der Masse und der rohen Gewalt!“

Wenn aber damit nur die Sache nicht noch unbegreiflicher geworden wäre, denn nun ist es also gar ein Punkt im leeren Raume, welcher die „gewaltigen“ Körper hält — es ist das Nichts, dem man Haltkraft zuschreibt. Nun sage man noch, daß das copernikanische System keinen Köhlerglauben erfordere.

Digitized by Google

Indeß iſt mit der erwähnten neuen Annahme im Grunde die Newtonſche Attraction von den Aſtronomen ſelbſt aufgegeben, da nach Newton die Attraction Eigenſchaft der Maſſe iſt, und es klingt alſo komiſch, wenn Mädler (pop. Aſtronom. S. 70) noch verſichert, das Newtonſche Gravitationsgeſetz mache die Grundlage der Aſtronomie aus. Bei einer ſolchen Grundlage war die Aſtronomie auf Sand erbaut, und Jeder, der noch ernſtlich über die Gravitation nachgedacht hat, iſt auch zu der Ueberzeugung gelangt, daß ſie ein Unding ſei. So ſetzte ſchon Pohl (öffentliche Vorleſung zur 300-jährigen Begründungsfeier des copernicaniſchen Syſtems, gehalten den 11. Juli 1843 in der Aula Leopoldina zu Breslau) die Polarität an die Stelle der Centripetalität und Centrifugalität; allein wir bedürfen ſeiner Philoſophie gar nicht, ſeit uns Faraday gezeigt hat, daß bewegliche elektriſche Körper um feſte Magnete und bewegliche Magnete um elektriſche Körper rotiren. Doch davon ſpäter.

Indeß kam die Entdeckung der Gravitation zu rechter Zeit. Man hatte ſich überzeugt, daß das copernicaniſche Syſtem noch immer nicht ſtimme, ſelbſt wenn man die keplerſchen Ellipſen annähme. Nun konnte man doch annehmen, daß die Planeten, welche nicht an der Stelle des Himmels zu erſcheinen beliebten, welche ihnen von dem Syſtem angewieſen wurde, durch die Attraction der Nachbarn von derſelben hinweggezogen wären.

Ehe wir aber zu dieſen „Störungen durch die Attraction“ übergehen, müſſen wir erfahren, wie man zuvor die Erde gewogen und danach die Maſſen der übrigen Körper des Sonnenſyſtems berechnet hatte.

Elfte Vorleſung.

Maskelyne.

Man rühmt, daß von unſern großen Phyſikern ſogar die Erde gewogen ſei! Das bezieht ſich jedoch nur auf Verſuche, die ſelbſt dann, wenn die Attractionslehre Grund hätte, ſehr unſicher und nichts bedeutend ſein würden.

Digitized by Google

Nachdem man sich nämlich von der Wirklichkeit der Attraction überzeugt zu haben glaubte, meinte man, daß die Gesetze derselben mehre Wege lieferten, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu finden. Gesetzt nämlich, die Erde wäre eine vollkommene Kugel, aus concentrischen Schichten von derselben Dichtigkeit bestehend, so würde nach den Gesetzen der Gravitation die Richtung der Schwere ganz genau an jedem Orte mit dem Halbmesser zusammenfallen, und es würden gleichen Aenderungen in der Polhöhe auf demselben Meridiane gleiche Bogen entsprechen. Gesetzt aber, es erhöbe sich irgendwo eine Bergmasse, so würde das Bleiloth in ihrer Nähe nicht mehr mit dem Halbdurchmesser zusammenfallen, sondern eine Ablenkung von der verticalen Richtung gegen den Berg erleiden. Denn in diesem Falle wirkten nach den Ansichten der Gravitationstheoretiker auf das Bleiloth zwei anziehende Kräfte, die der ganzen Erde und die des Berges, und die Lage, in welcher es im Gleichgewicht bliebe, würde durch diese beiden Kräfte bestimmt. Gesetzt also, es würde auf der Südseite des Berges beobachtet, so würde das Pendel nach Norden von der senkrechten Linie abgelenkt, während es auf der Nordseite nach Süden gezogen würde. Lägen beide Orte in demselben Meridiane, so würde sich ihre Breitendifferenz geringer ergeben, als sie wirklich ist. Um diese Abweichung von der Wahrheit zu finden, müßte man den Abstand beider Orte von einander durch geodätische Operationen (Messungen auf der Erde) bestimmen, und so die Ablenkung des Bleiloths von der vertikalen Richtung erforschen. Aus dieser Ablenkung ergäbe sich dann das Verhältniß zwischen den Anziehungen des Berges und der ganzen Erde, so wie ferner, nachdem die Dichtigkeit des Berges erkannt ist, auch die Dichtigkeit der ganzen Erde nach dem von den Gravitationstheoretikern angenommenen Gesetze, daß sich die Gravitation direct verhalte, wie die Masse, und umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung.

Erst ein einziges Mal hat man auf diese Weise die Masse der Erde zu berechnen versucht. Maskelyne stellte diese Messung in den J. 1774—1776 an dem Berge Shehallien in den Schottischen Hochlanden an. Er beobachtete nämlich die Polhöhe eines nördlich und eines zweiten südlich vom Shehallien liegenden Punktes und verglich den auf diese Weise gefundenen Unterschied der Breiten mit einer geodätischen Messung. Um bei dieser Messung ein möglichst scharfes Resultat zu erlangen, wählte Maskelyne zur

Digitized by Google

Herleitung der Breite solche Sterne, welche möglichst nahe am Zenith vorbeigingen. Es sei D die Declination eines solchen Sternes, z seine Zenithdistanz nach Süden gerechnet am Südabhange des Berges, z' eben diese Größe am Nordabhange, so sind D + z und D + z' die Polhöhen beider Orte, also z — z' die Differenz der Polhöhen. Da aber die Zenithdistanz durch das am Instrument befindliche Bleiloth angegeben wird, letzteres aber gegen den Berg gezogen werden soll, so ist es einleuchtend, daß die Zenithdistanz auf der Südseite des Berges durch die Anziehung verkleinert, auf der Nordseite dagegen durch dieselbe vergrößert würde. Wenn wir daher die Veränderungen durch ζ und ζ', die wahren Zenithdistanzen durch Z und Z' bezeichneten, so wäre

$$z = Z - \zeta,\ z' = Z - \zeta'$$

folglich

$$z - z' = \zeta' + \zeta + Z' - Z;$$

die geodätische Messung gäbe dann die Amplitüde, welche man aus den astronomischen Beobachtungen hergeleitet hätte, falls der Berg nicht vorhanden gewesen wäre, d. h. Z' — Z, und daher wäre der Unterschied zwischen der astronomischen und geodätischen Messung:

$$(z' - z) - (Z' - Z) = \zeta' + \zeta,$$

das heißt der Summe der Winkel, um welche das Bleiloth auf beiden Seiten gegen den Berg gezogen wäre.

Um nun den Werth von $\zeta + \zeta'$ am Berge Shehallien auszumitteln, beobachtete Maskelyne die Zenithdistanzen von 43 Sternen und machte 169 Messungen auf der Süd- und 168 auf der Nordseite des Berges. Diese astronomischen Messungen waren jedoch schon sehr unglücklich, denn die Resultate derselben ergaben für die Weite des gemessenen Bogens 50″,04 bis 58″70. Maskelyne half sich, wie es die Astronomen in solchen Fällen thun, und nahm die Mittelzahl, also 54″,651, als die richtige. (Schon dieser Umstand müßte hinsichtlich der Richtigkeit des Resultats Zweifel erregen, aber außerdem haben Bessels Untersuchungen dargethan, daß auch Maskelynes Meridianbestimmungen keineswegs so richtig sind, wie man von einem so thätigen Beobachter hätte erwarten sollen.) Die geodätische Messung gab für die Distanz beider Punkte 4364,4 englische Fuß, welche auf Bogen reducirt 43″,019 gaben, worin abermals ein sehr beträchtlicher Fehler liegen mag, da man doch vor allen Dingen die Größe und Gestalt der Meridiane kennen müßte, um bestimmte Längen auf Bogen derselben zu reduci-

Digitized by Google

ren. An das Alles, so wie auch an den Umstand, daß alle unsre Messungen so unsicher sind, daß z. B. die astronomischen Messungen nie und nirgends mit den geodätischen stimmen, dachte aber Maskelyne nicht, sondern nahm frischweg den Unterschied beider Messungen, also 11", 632 als Localattraction des Berges an. S. Philos. Transact. 1775, p. 531. Zach, Attraction des Montagnes, Avignon 1814, p. 686.

Mit diesem so mangelhaften Versuche hielt man nicht nur die Localanziehung für erwiesen, und die Richtigkeit der newtonschen Gravitation für dargethan, sondern man berechnete auch sofort die Masse der ganzen Erde. Es würde uns hier zu weit führen, wollten wir den vorgenommenen Berechnungen folgen, und wir erwähnen daher nur, daß den erwähnten Messungen zu Folge und nach Bestimmung der Gesteine des Shehallien durch Hutton und Playfair die mittlere Dichtigkeit der Erde zu 4,813 bestimmt wurde.

Später wurden noch andere Versuche vorgenommen, deren Trüglichkeit ebenfalls leicht nachzuweisen ist. Cavendish wollte aus Versuchen mit der Drehwage (Phil. Transact. 1798, p. 469 und Gilberts Annalen der Physik Bd. II, S. 1) die mittlere Dichtigkeit der Erde zu 5,48 festsetzen; Carlini erhielt aus seinen Pendelmessungen am Mont Cenis 4,39; Reichs Beobachtungen ergaben 5,44 und die von Baily 5,67. Das absolute Gewicht des ganzen Erdkörpers wurde demnach zu 115,256 Trillionen Centner (von Carlini ganz genau zu 115,257,003,400,730,004 Centner $57^2/_3$ Pfunden) angenommen, obschon selbst Männer, die noch nicht einmal von den Schlingen der modernen Wissenschaft sich so weit frei gemacht haben, um die Irrigkeit der Massen-Anziehung zu erkennen, sich dennoch zu Urtheilen genöthigt sehen, wie etwa das folgende von Poggendorff ist: „Genaue Bestimmung der mittlern Erddichtigkeit ist, streng genommen, bei ihren Ungleichförmigkeiten eben so wenig möglich, als sich die allgemeine Erdgestalt genau ausmitteln läßt, insofern sie nicht die eines Sphäroids ist. Voraussetzung einer Gleichförmigkeit der Erddichte bildet die Grundlage, von welcher aus Versuchen mit der Drehwage, wie aus denen mit dem Pendel, die Resultate hergeleitet worden; sie ist aber bekanntlich unrichtig, und eine andere aufzustellen, sind wir in unserer Unkunde über die Zunahme der Dichte mit der Tiefe bisher nicht vermögend gewesen."

Digitized by Google

Allein solche Bedenken und Geständnisse kommen nur selten vor. Im Allgemeinen begnügt man sich, als bestimmt anzunehmen, was die Vorgänger gefunden haben wollen und baut darauf weiter. Man versuche einmal die Experimente, welche in den Lehrbüchern der Physik als Beweise für die vorgetragenen Lehren angegeben sind, und man wird sich bald überzeugen, daß kaum das zehnte dieser Experimente gelingt. Dennoch werden sie aus einem Buche in das andere abgeschrieben. Eben so ist es in der höhern Physik und namentlich in der Astronomie. Es prüft nur selten Jemand, aber dann zeigt sich auch, daß das früher Gefundene und bis dahin unbedingt als wahr Angenommene falsch war.

Man nahm also einem Evangelium gleich an, daß man die Masse (das Gewicht) der Erde kenne und berechnete danach die Massen der übrigen Körper des Sonnensystems, zunächst die der Sonne selbst. Da es dem großen Newton schon gelungen war, die Bewegung des Mondes und den Fall der Körper auf dieselbe Ursache, die Schwerkraft, zurückzuführen, und die Sonne als Beherrscherin der Erde, wie diese als Beherrscherin des Mondes betrachtet wurde, so verfuhr man in folgender Weise: Die Länge des Raumes, durch welchen der Mond in einer Secunde zur Erde hingezogen wird, bezeichnete man mit l; die durch welche die Erde in einer Secunde zur Sonne hingezogen werden soll, mit L. Nun dachte man sich, der Mond würde so weit von der Erde entfernt, wie diese von der Sonne entfernt sein soll; nach der Theorie würde dann die Anziehungskraft, welche sie auf den Mond übt, schwächer werden, und zwar im Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Nimmt man nun in runden Zahlen die Entfernung der Erde von der Sonne 400 Mal so groß, als ihre Entfernung vom Monde, so würde die Anziehung, welche die Erde nun auf den Mond ausübte, $400 \times 400 = 160{,}000$ Mal schwächer geworden sein, und der Raum, durch welchen nun der Mond in einer Secunde zur Erde hingezogen würde, nur den 160,000sten Theil von l betragen. (Wir wollen hierbei bemerken, daß man hier, wie bei der ganzen Attractionslehre, die Fortbewegung durch den Raum und die Bewegung nach dem angenommenen Centralkörper mit einander verwechselt.) Da nun die Anziehung, bei gleicher Entfernung des anziehenden Körpers vom angezogenen, mit der Masse des anziehenden Körpers zunehmen, und die Sonne die Erde in derselben Zeit durch den Raum L ziehen soll, in welcher nach der Theorie

Digitized by Google

die Erde aus derselben Entfernung den Mond durch den 160,000sten Theil von l ziehen würde, so folgte, daß die Sonnenmasse so viel Mal die Erdmasse überträfe, wie L den 160,000sten Theil von l. Nun berechnete man aus den als bekannt angenommenen (in der That aber, wie wir schon wissen, völlig unbekannten) Größen von L und l, daß die Sonne in runden Zahlen 346,000 Mal so viel Masse enthalte, wie die Erde. Indem man dann in ähnlicher Weise fortfuhr, fand man die Sonnenmasse

4,860,000	Mal	so	groß	wie	die	Masse	des Merkur,
400,000	"	"	"	"	"	"	der Venus,
2,700,000	"	"	"	"	"	"	des Mars,
1048	"	"	"	"	"	"	" Jupiter,
3050	"	"	"	"	"	"	" Saturn,
24000	"	"	"	"	"	"	" Uranus.

Nun bedenke man aber, daß alle diese Massenverhältnisse nur unter den Voraussetzungen gefunden sind,

1) daß die newtonsche Gravitation begründet sei;
2) daß man die Masse der Erde kenne;
3) daß die Erde ein Planet der Sonne sei;
4) daß die Entfernungen der Himmelskörper bekannt seien.

Fallen aber diese sämmtlichen Annahmen als irrig hinweg, wird auch nur eine einzige derselben verworfen, z. B. daß die Erde nicht Trabantin der Sonne, sondern umgekehrt diese eine Begleiterin von jener sei, so fällt das Ganze. Mit den Massen von Sonne und Planeten ist es dann vorbei. Und das konnte ein sonst geachteter Astronom und denkender Kopf, Brandes, vergessen, indem er sagte, das System des Tycho Brahe habe allerdings mehr Schein der Wahrheit für sich, aber es widerspreche den Attractionsgesetzen! — Mit einem System, welches die Erde als Hauptkörper betrachtet, gibt es ja gar keine Massen der übrigen Weltkörper mehr!

Wir sagten bereits, daß die Gravitation des kleinen Newton den Astronomen sehr gelegen gekommen sei, weil die wirklichen Oerter der Planeten trotz den keplerschen Ellipsen noch immer mit dem System nicht recht hätten stimmen wollen. Man erklärte nun diese Abweichungen durch gegenseitige Attractionsstörungen und versuchte danach die gefundenen Massen der einzelnen Körper zu berichtigen. Allein das war ein schwieriges Unternehmen, so daß schon der be-

Digitized by Google

rühmte J. T. Mayer in Göttingen einsah, es könne mit der Erklärung der Störungen durch Attraction nicht richtig sein, und daher (s. dessen De affinitate chemica corporum coel. in Comm. Soc. Gott. XVI, 31) die — für uns freilich überflüssige — Hypothese aufstellte, daß die Himmelskörper leicht aus ungleich anziehenden oder eine verschiedene Wahlverwandtschaft habenden Stoffen bestehen könnten, da die Untersuchungen der Perturbationen (Störungen) das Gesetz, wonach die Anziehung den Massen proportional sein solle, sehr zweifelhaft mache.

Hatte man aber wirklich einmal es durch die mühevollsten und scharfsinnigsten Berechnungen so weit gebracht, daß Klarheit entstanden schien, so wurde das ganze schöne Gebäude wieder zertrümmert, sobald ein neuer Planet entdeckt wurde. Man mußte von vorn anfangen — und wird nie zu Ende kommen.

Es ist daher eine Lächerlichkeit, wenn nicht — ein Betrug, wenn Leverrier aus Störungen der Uranusbahn das Dasein des Planeten Neptun entdeckt haben will, den doch schon Bode und Monnier im vorigen Jahrhundert kannten. Vielleicht hat auch deßhalb die Societät der Wissenschaften zu Harlem für 1855 die Aufgabe gestellt, alle bekannten Beobachtungen der Planeten Uranus und Neptun genau zu prüfen, um entscheiden zu können, ob Neptun den Uranus in seinem Laufe stören könne. Die Lösung der Aufgabe ist uns nicht bekannt geworden, aber wir zweifeln nicht, daß man bemüht gewesen ist, die Ehre der Astronomen zu retten.

Ganz besonders hat aber in neuester Zeit die Berechnung des Enkeschen Kometen gezeigt, daß man als Attractionsgläubiger annehmen müsse, die Planeten übten gegen die verschiedenen Himmelskörper eine verschiedene Anziehung aus, weil ihre angenommenen Massen mehrfach abgeändert werden müssen, wenn man die Beobachtungen und Berechnungen der Störungen verschiedener Planeten auf dasselbe Gesetz zurückführen will. Vgl. Enke im astronom. Jahrb. 1826, S. 128. Schumachers astron. Nachrichten, 1823, I., Nr. 8. Daher ist denn auch Fechner ganz verzweiflungsvoll geworden und hat im Centralblatt für Naturw. und Anthropologie 1854, Nr. 26, S. 506 ausgerufen: „Die Bewegung eines Planeten um die Sonne gestattet auch eine einfachere Betrachtung, und ihre Berechnung gewährt ein genaueres Resultat, wenn man sich um Störungen dabei nicht kümmert. Ohne diese ist die Bahn rein zu

Digitized by Google

finden, mit ihnen aber erhält man Approximationen und die ganze Berechnung wird mühselig. Warum zieht man doch die ungenaue und mühselige Rechnung mit Bezug auf die Störungen den genauen und einfachen vor? Weil die Störung nun einmal in der Natur vorhanden ist" — d. h. bei copernicanischer Anschauung als letztes verzweifeltes Auskunftsmittel angenommen werden muß — „gleichviel ob unsre Bequemlichkeit dadurch gestört wird, ein glattes Resultat dadurch an Glätte verliert, kurz, weil die einfachere Rechnung der Complication der Verhältnisse nicht gewachsen ist, die genauen Resultate derselben auf dem Papiere die Verhältnisse der Wirklichkeit doch nur ungenauer wiedergeben."

Aus den zuletzt erwähnten angeblich großen Entdeckungen der Astronomie folgerte man nun im Laufe des 18. und 19. Jahrhunderts eine Menge Dinge, deren Erfindung den glänzendsten Phantasieflug eines morgenländischen Dichters übersteigt. Wir wollen hier nur einige erwähnen: die Centralsonne, die Bewohntheit der Gestirne, die Unendlichkeit des Raumes.

Was zunächst die Centralsonne betrifft, so hatte sich seit Bradley's Zeiten den Astronomen immer entschiedener die Ueberzeugung aufgedrängt, daß die sogenannten Fixsterne sammt unsrer Sonne keineswegs feststehende Sterne seien, sondern vielmehr ihnen allen eine eigene und wirkliche Bewegung zukomme. So wie alle Annahmen der heutigen Astronomie lange zuvor in den Phantasieen der Dichter dagewesen waren, so hatten Dichter auch schon von einer großen allgewaltigen Centralsonne geschwärmt, die mit einer die Gesammtmasse aller Gestirne weit überwiegenden Schwere sie alle an sich fessele; und diese kühne Dichtung sollte nun zur Gewißheit erhoben werden. Lange meinte man, der hellstrahlende Sirius sei diese Centralsonne. Man hatte die am Himmel entdeckten Nebelflecken für ferne Milchstraßen gehalten, hielt unsre bekannte Milchstraße für ein zusammengehörendes System von Sonnen, deren eine die unsrige sei, und folgerte nun: wie sich unser Mond um die Erde, diese mit den Planeten um die Sonne dreht, so läuft diese Sonne wieder sammt den ganzen Sonnen der Milchstraße um einen gemeinsamen Centralkörper, und diese Centralkörper mit ihren Milchstraßen kreisen zuletzt um die unendlich große Centralsonne des Ganzen. Und die Centralsonne unsers Milchstraßensystems sollte Sirius sein. Aber Argelander zeigte schon, daß Sirius nicht Cen-

Digitized by Google

tralsonne sein könne, weil er eine wirkliche eigene und zwar sehr merkliche Bewegung habe.

Da trat Mädler (Centralsonne. Dorpat 1846. Untersuchungen der Fixsternsysteme. Mitau 1847) auf und wollte beweisen, daß man keine solche einzeln überwiegende Centralmasse der Fixsternwelt zu suchen habe, weil keine vorhanden sei. Könne aber das vorauszusetzende Centrum der Fixsternwelt, auf welches sich alle Bewegungen derselben beziehen sollten, nicht ein durch sein Massenübergewicht Alles beherrschender Weltkörper sein, so folge daraus noch nicht, daß überhaupt gar kein Centrum vorhanden sei, auf welches sich die Bewegungen des gesammten Milchstraßensystems bezögen. Sei es nicht die Uebermacht eines einzigen centralen Körpers, welche die Bewegungen aller Sterne hervorrufe, so könne es doch gar wohl die gravitirende Einwirkung des einen auf den andern und aller auf alle sein, welche sie sämmtlich zur Rotation um eine gemeinsame Mitte zwinge, und diese Mitte könne eben sowohl ein leerer Punkt, als auch ein durch irgend einen Weltkörper, der allenfalls auch der kleinste von allen sein könne, eingenommener Punkt sein. Indem nämlich ein jeder Körper des Weltsystems von allen übrigen dazu gehörigen Körpern angezogen werde, so könne er sich begreiflicher Weise gegen keinen einzigen derselben ausschließlich hinbewegen, sondern sei genöthigt, eine Mittelrichtung einzuschlagen, welche allen gleich sehr genüge. So entstehe natürlich und nothwendig eine gemeinsame Bewegung aller um eine (sei es leere oder ausgefüllte) Gesammtmitte, deren Lage durch die ursprüngliche Vertheilung und Stellung der zusammengehörenden Weltkörper bedingt sei.

Nun glaubt Mädler weiter durch Messungen, Vergleichungen und Berechnungen gefunden zu haben, daß die Gesammtmitte innerhalb des Siebengestirns (Plejaden) und zwar wahrscheinlich nahe bei oder in dem hellsten Sterne der Gruppe, der Alcyone liege. Noch mehr muß man aber über des scharfsinnigen Entdeckers hohen Geist staunen, wenn man ihn weiter versichern hört, die Alcyone sei $31^1/_2$ Millionen Sonnenweiten von uns entfernt, der Lichtstrahl brauche von ihr bis zu uns 498 Jahre, und unsre Sonne lege in ihrem $18^1/_2$ Millionen Jahre dauernden Umlauf um die Alcyone in jeder Secunde 8 geographische Meilen zurück.

Herr Dr. J. H. Mädler ist Kaiserlich russischer Collegienrath, Ritter des St. Annen-Ordens, ordentlicher Professor der Astro-

Digitized by Google

nomie an der Universität Dorpat und Director der Sternwarte daselbst.

„Ach! Mädler!“ sagte Gauß zu dem Verfasser dieser Vorlesungen und zuckte sehr bedeutend mit den Schultern.

Peters in den astronom. Nachr. 1849, S. 661 und J. Herschel, Outlines of Astronomy 3. edit. p. 589 haben sich entschieden gegen Mädler ausgesprochen; Humboldt, Kosmos III., S. 283 enthält sich einer Entscheidung; Lamont ist für ihn und Schubert (Weltgebäude S. 27 ff.) hat seinen Traum mit Begeisterung ergriffen. Schubert ist überhaupt ein sehr schwacher Mann.

Wir dürfen nur die Erde als Mitte annehmen, und alle Bewegungen der Planeten, wie der Kometen und Fixsterne werden sich leicht erklären lassen. —

Eine zweite Folgerung, welche man aus den vermeintlichen Entdeckungen am Himmel gemacht hat, war der „unendliche Raum.“ Es ist wahr, daß wir uns keine Begränzung des Raumes denken können, aber eben so wenig können wir uns auch einen unbegränzten, unendlichen Raum denken. Man hat die Unendlichkeit des Raums erfunden, weil man die mit Hilfe der Teleskope gefundenen Nebelflecke für unendlich ferne Milchstraßensysteme hielt und meinte, das müsse so in's Unendliche fortgehen. Die Erfahrungen auf unsrer Erde zeigen uns dagegen das Gegentheil. Einmal verbietet die Natur unsrer Luft eine Unendlichkeit und einen leeren Raum jenseit derselben, und zweitens zeigt uns eine vorurtheilsfreie Beobachtung des Fixsternhimmels, daß alle Fixsterne gleichweit von uns, also, wie die Alten annahmen, an einem uns umschließenden Himmelsgewölbe befindlich sind.

Was nun zunächst die Luft betrifft, so hat auch schon Roloff (Reform der Naturw. Heft 2, S. 42) gesagt: „Die Luft mag so verdünnt sein, wie sie will, immer erfüllt sie den ganzen Raum.“ Der Aether, den Enke entdeckt haben will, indem er einen gegen den Kometen, welcher nach ihm benannt wird, ausgeübten Widerstand bemerkte, ist ein sehr unbrauchbares Etwas. Nach Einigen drückt er gegen die äußern Luftschichten und hält sie gegen die Erde zurück; dann muß er auch bei dem Forteilen der Erde durch den Raum die Luft zurückhalten und von der Erde entfernen; — nach Andern ist er so fein, daß er gar keinen Widerstand gegen die Luft ausübe; und dann würde er auch die Luft nicht hindern, sich endlos auszudehnen und den ganzen Raum gleichmäßig zu erfüllen.

Digitized by Google

Dieſes Streben der Luft nach Ausdehnung iſt ſo groß, daß es der Schwere der Luft entgegenwirkt und folglich auch die Lehre vom Luftdruck ein Irrthum der neuern Phyſik iſt. Wir empfehlen denen, welche ſich über dieſen intereſſanten Gegenſtand, der die Unzuverläſſigkeit alles menſchlichen Wiſſens auf das Schlagendſte beweiſt, weiter belehren wollen, die Werke von Rötger (Verſuch einer Theorie der Schwere. Magdeburg 1819. Elementarphyſik und Phyſiologie. Magd. 1822. 1825. Kritik der mathemat. Naturlehre. Neuhaldensleben 1830. 1838. Die Falſchheit der Lehre vom Druck der Luft, 1845.), von Drieberg (Beweisführung, daß die Lehre der neuern Phyſiker vom Druck der Luft und des Waſſers falſch iſt. Berlin 1844), Dr. Klee, (Prüfung der Lehre vom Druck der Luft. Mainz 1837), Dr. Menzzer (die Lehre vom Luftdruck, in ihrem Princip als unlogiſch erwieſen. Halberſtadt 1845), Roloff (Reform der Naturwiſſenſchaften, Hamburg 1845) und Büdel (unwiderlegliche Beweiſe, daß die Lehre vom Druck der Flüſſigkeiten auf einem Wahn beruhe. Warſchau 1854).

Wir können uns hier in dieſen Streitpunkt nicht näher einlaſſen und theilen nur einige Stellen aus der erwähnten Schrift von Roloff mit. In derſelben heißt es Heft 3, S. 24: „Nach der Luftdruckstheorie hätte unſer Körper eine Laſt von 33,245 Pfund zu tragen. Geſetzt, das wäre richtig, ſo müßten wir doch die Zu- und Abnahme des Drucks empfinden, wenn das Barometer ſteigt oder fällt; das beträgt aber für 1 Zoll Barometerhöhe 1241 Pfund auf unſern Körper, alſo etwa 10 Centner. Und ſolchen Druck ſollten wir nicht empfinden?“ Man hat hierauf entgegnet, die im Körper eingeſchloſſene Luft halte das Gegengewicht und ändere ſich gleichmäßig mit der äußern; allein entgegengeſetzt erklärt man die Beſchwerden beim Bergſteigen dadurch, daß im Körper die ſchwerere Luft aus der Ebene ſei, und die leichtere Bergluft derſelben das Gleichgewicht nicht halten könne. Alſo hier bleibt die eingeſchloſſene Luft dieſelbe, während ſie ſonſt dem Barometerſtande gemäß ſich ändert. Wieder einer der Widerſprüche, an denen unſre Phyſik ſo unendlich reich iſt! —

Ferner heißt es bei Roloff a. a. O. S. 33 im Bezug auf den Waſſer- und Luftdruck, nachdem Verf. zuvor die in allen Naturlehren wiederholten Märchen vom Zerdrücken verkorkter Flaſchen und dem Zuſammendrücken des Holzes zur Steinhärte in der Meerestiefe erwähnt hat: „Es befinden ſich auf dem Grunde des

Digitized by Google

Meeres Pflanzen, welche, wenn sie aus dem Wasser an die Luft gebracht werden, so weiche Blätter und Stängel haben, wie andere Pflanzen, welche auf dem Grunde des Luftoceans, d. h. auf dem Erdboden gewachsen sind. Existirte ein so mächtiger Wasserdruck, daß Holz dadurch steinhart gedrückt würde, so müßten ja die weichen Pflanzentheile dadurch längst zu Schleim gedrückt worden sein, was aber nicht der Fall ist. Auch wenn man Pflanzen von hohen Bergen mit solchen in tiefen Thälern gewachsenen vergleicht, so gewahrt man an letztern keine Spur des bedeutendern Luftdrucks. Die Birke, welche unten, und die welche in einer Höhe von 5000 Fuß gewachsen ist, haben gleich hartes Holz, obgleich erstere um mehre tausend Zentner zusammengedrückt sein müßte. Ja, umgekehrt müßte wegen einer so bedeutenden zusammendrückenden Last der Luft die Birke unten im Thale nicht so hoch wachsen und sich so ausbreiten können, wie die oben auf dem Berge, wo die dünnere Luft weniger Widerstand leistet . . . . aber das Gegentheil zeigt sich. — Dasselbe gilt auch von den Thieren, welche auf dem Grunde des Meeres leben, als da sind Quallen, welche so sehr weich sind ꝛc., desgleichen andere Weichthiere, welche, wenn sie auf die Oberfläche des Meeres kommen, nicht weniger dicht sind, als auf dem Grunde. Auch möchte, wenn es wahr ist, daß dort eine Flasche zerdrückt wird, noch eher die Schwimmblase der Fische Gefahr des Zerdrückens erleiden. Ja, das Fleisch derselben müßte, wenn Holz schon durch den Wasserdruck steinhart wird, wenigstens knochenhart werden . . . . Dasselbe gilt von den Thieren und Menschen, welche auf Höhen und in Tiefen leben; bei erstern ist die Haut und das Fleisch nicht weicher, als bei letztern, was doch der Fall sein müßte, da im Körper keine Luft ist und da für jede Linie, welche das Barometer tiefer steht, der Druck auf 1 Q. Fuß $6^1/_6$ Pfund und für die ganze Körper-Oberfläche $92^1/_2$ Pfund beträgt. Rechnen wir auf 1 Linie die Höhe von 75 Fuß, so würde demnach der Körper eines Menschen, der z. B. in einer Höhe von 3000 Fuß wohnt, stets mit einer Last von 36 Centner weniger gedrückt, als der eines Bewohners am Fuße des Berges, und ich sollte meinen, wenn perpetuirlich auf Haut und Muskel 36 Centner liegen, da müßten diese Körpertheile bald lederhart werden. Davon gewahren wir aber nichts, weder bei Menschen, noch bei Thieren."

Ist aber der Druck der Luft eine Unwahrheit und vielmehr

Digitized by Google

das Streben nach Ausdehnung die Haupteigenschaft der Luft, so ist es wahrscheinlich auch ein Irrthum, daß die Luft, je ferner von der Erde, desto mehr an Dichtigkeit abnehmen soll. Die Beschwerden, von denen man beim Ersteigen hoher Berge ergriffen wird (vollständig behandelt von Meyer-Ahrens, „die Bergkrankheit," Leipzig 1854), können andere Gründe haben, da man merkwürdigerweise beim Aufsteigen in einem Luftballon von denselben nichts verspürt. Wäre die dünnere Luft die Ursache, so müßten sie gerade bei dem raschen Uebergange des Luftschiffers aus der dünnern in die dichtere Luft um so fühlbarer werden.

Das Sinken des Barometers in größern Höhen kann über den Luftdruck nichts entscheiden. Es kann die Schwere mit der Entfernung von der Erde zunehmen, es können manche uns noch unbekannte Gründe zu Grunde liegen. —

Zwölfte Vorlesung.

Die Fixsterne.

Wir haben ferner bemerkt, daß alle Fixsterne von uns gleich weit entfernt zu sein schienen und dieses ebenfalls ein Beweis gegen die Unendlichkeit des Raumes und für die Begränzung desselben durch den die Fixsterne tragenden Himmel sein würde. Mögen wir diesem Gegenstande nun einige Augenblicke widmen, aber zuvor erst wieder einen der großen Widersprüche kennen lernen, an denen die Astronomie so reich ist, und aus denen jeder Unbefangene sofort erkennen sollte, daß es mit dieser Wissenschaft gar nichts ist. — Man nimmt, wie wir bereits wissen, an, daß die Fixsterne Sonnen seien, oder, was mit andern Worten gesagt, dasselbe ist, daß die Sonne ein Fixstern sei. Ferner gefällt man sich darin, den blasirten Menschenkindern ein Staunen aufzuzwingen, indem man ihnen sagt, die Sonne sei einer der kleinsten oder vielleicht der kleinste Fixstern. Nahm man doch an, daß Sirius über eine Million Mal größer sei, als die Sonne, ja Herschel berechnete sogar, daß der Stern Kapella die Sonne um 20 Millionen Mal übertreffe. Schubert (theoret. Astronom. Bd. II., S. 27) sagt

Digitized by Google

daher: „Uebrigens berechtigt uns nichts, die Sonne als den Maßstab für die übrigen Himmelskörper anzusehen; das Gesetz der Mannigfaltigkeit läßt vielmehr vermuthen, daß es unzählige größere Sonnen gebe; und es wäre nicht unmöglich, so wenig es unserm Stolze auch schmeichelt, daß unsere Sonne eine der kleinsten Sonnen, so wie unsre Erde einer der kleinsten Planeten ist.“ -

Nun hat aber eben derselbe Herschel, welcher die Kapella für 20 Millionen Mal größer hielt, als unsre Sonne, ein ander Mal wieder alle Fixsterne für gleich groß und gleich weit von einander angenommen. „Herschel der Aeltere nahm an,“ sagt Hugi (die Erde als Organismus, S. 71), „daß allen Abstufungen der Intensität des Lichts der Fixsterne eben solche Abstufungen der Entfernung entsprechen, und daß die Distanzen der Sterne von einander im Allgemeinen sich gleich bleiben; auf die Combination beider Annahmen hat er seine Angaben über die Dimensionen des sichtbaren Fixsternhimmels gegründet. Bedeckte er den Spiegel seines 18zölligen Tubus bis auf 1 Zoll, so sah er den Sirius nur als Stern sechster Größe, so daß er folglich $18 \times 18 = 324$ Mal“ — denn das Licht soll doch im Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnehmen — „stärker leuchten, als ein Stern sechster Größe, und folglich 324 Sternweiten näher sein müßte.“ — Wir bemerken dabei, daß man eine Sternweite zu mindestens 4 Billionen Meilen annimmt. — „Sterne, welche mit seinem 10füßigen Teleskop, das 28 Mal tiefer, als das freie Auge, in den Raum dringt, so sich zeigen, wie andere, welche das freie Auge beobachtet, werden auch 28 Mal weiter entfernt sein oder 28 Sternweiten weiter von uns abstehen. Da nun Sterne und Sternhaufen in 144 Stern- oder Siriusweiten sich noch dem bloßen Auge zeigen, so sind andere, welche in jenem Teleskop eben so beobachtet werden, über 4000 Sternweiten entfernt. Das 20füßige Teleskop drang aber gegen 80 und das 40füßige 191 Mal tiefer in den Raum ein, als das freie Auge, woher er im Stande war, noch Sterne von 27,000 Siriusweiten zu beobachten. Eine einzige Siriusweite wurde aber allerwenigstens so groß angenommen, wie 200,000 Erdfernen von der Sonne. Die gleichen Verhältnisse sollen nun auch bei der Milchstraße eintreten, welche auch die stärkste Vergrößerung nur stellenweise in Millionen Sterne aufzulösen im Stande ist. Bei diesem größern Ganzen verschwinden natürlich auch die Sternweiten als nicht mehr der Berechnung würdige Linien,

Digitized by Google

und die Fernen werden sofort nach Milchstraßen-Durchmessern bestimmt. Nebelflecke, welche sich nicht mehr in Sterne auflösen lassen und ähnliche Systeme sind, wie das unsrer Milchstraße, müssen wenigstens 10,000 ihrer Durchmesser von ihr entfernt sein, denn sonst müßten sie unter einem größern Winkel erscheinen. Das bewaffnete Auge vermag daher nach Herschel noch Sternsysteme zu entdecken, welche so fern sind, daß das Licht Jahrtausende nöthig hatte, um zu uns zu gelangen; so daß bei der Ankunft dieses Lichts auf unsrer Erde jene Weltsysteme, welche es aussandten, schon längst erloschen, zerstört oder umgewandelt sein könnten."

So weit berichtet Hugi von der großartigen Entdeckung des gefeierten Herschel. Der ganze Fixsternhimmel kann also möglicherweise schon seit Jahrtausenden nicht mehr existiren und nur noch eine großartige Phantasmagorie sein! Kein Vernünftiger hat je das Mindeste auf dergleichen Träume gegeben, vielmehr hat Jeder, der auch nur geringe Einsicht hat, sich stets gewundert, daß man in unsern Tagen ein so abenteuerliches System mit solcher Ernsthaftigkeit ausbauen konnte. Dennoch werden diese und ähnliche Dinge der Laienwelt als ausgemachte Forschungen der Wissenschaft vorgetragen, und diese Laienwelt nimmt sie mit eben dem kindischen Wohlgefallen auf, mit welchem der Indier die monströsen Zahlen seiner Chronologie betrachtet, berauscht sich an ihnen, wie ein Theriaki am Opium.

Wir müssen es dem Herrn Dr. von Schubert, einem sonst ziemlich schwachen und von allem scheinbar Glänzenden leicht geblendeten Manne, Dank wissen, wie auch in den Hallischen Jahrbüchern (1841 Nr. 125 vom 26. Mai, S. 498 ff.) zugestanden wird, daß er zuerst diejenigen Thatsachen am Fixsternhimmel in seiner „Geschichte der Natur" fleißig gesammelt und hervorgehoben hat, durch welche die Herschelschen Annahmen umgestoßen werden, so daß uns diese nur noch als das Produkt einer müßigen Phantasie erscheinen.

Obgleich nun nichts Erbärmlicheres gedacht werden kann, als die Herschelschen Phantasieen, indem die Annahme von einer vollkommenen Gleichförmigkeit der Natur — welche auch schon darin liegt, daß alle Planeten Erden, alle Fixsterne Sonnen sein sollen — und der Intensität des Lichts, wie der sonstigen Raumverhältnisse absolut willkürlich ist und der Analogie der Natur zuwider-

Digitized by Google

länft; so haben doch sogar Theologen jene Phantasieen als zur Verherrlichung Gottes dienend geglaubt. O, es kann für einen Augenblick scheinen, als trügen dergleichen Ueberschwänglichkeiten, so wie überhaupt die copernicanische Weltanschauung und die Lehre von der Unendlichkeit des Raumes zur Verherrlichung Gottes bei — allein bei reiflicher Ueberlegung finden wir doch, daß durch all dergleichen der Begriff von Gott nur entwürdigt wird, daß jene Weltanschauung lediglich dient, nach menschlichem Maßstabe den Vater im Himmel zu messen. Die Größe des Allmächtigen beruht in seiner Selbstbeherrschung. Es würde ihm ein Leichtes sein, es würde nur seines Wortes bedürfen, um neue Welten zu schaffen, aber eben darum, weil ihm das so unendlich leicht sein würde, könnte es auch seine Größe nicht mehren, sondern unsere Achtung vor ihm nur schwächen. Durch die gränzenlose Ausbreitung seiner Schöpfung erniedrigte sich der Höchste zu dem Standpunkt der irdischen Fürsten, deren Macht nach der Seelenzahl ihrer Unterthanen, nach den Quadratmeilen ihrer Reiche gemessen wird; er erniedrigte sich zu dem Standpunkt der Eroberer, welche „allezeit Mehrer ihres Reichs zu sein, als etwas Großes erkennen und von den irdischen Geschichtschreibern auch wohl den Namen der „Großen“ erhalten; er erniedrigte sich bis in die tiefe Sphäre der Fabrikanten, welche nach dem einmal erfundenen Muster endlos neue Arbeiten fertigen. Nein, ein solcher Gott ist mein Gott nicht. Mein Gott ist durch seine innere Größe groß, nicht durch seine äußere Ausdehnung.

Alle begründeten Thatsachen widersprechen aber auch der von Herschel dem Fixsternhimmel beigelegten Ausdehnung und beweisen vielmehr, daß die Fixsterne gleich weit von der Erde abstehen. Selbst Ule (Weltall Th. I., S. 75. 2. Aufl.), obgleich derselbe mit einer wahren Wuth auf dem Standpunkte der modernen Weltanschauung steht, sagte bereits: „Müßten wir nicht fürchten, gar zu anmaßend zu sein, so könnten wir versucht sein, zu glauben, wir ständen im Mittelpunkt des All.“

Jeder vorurtheilsfreie Beobachter muß staunen, wie so gleichmäßig, man möchte sagen *symmetrisch*, die Sterne um unsre Erde geordnet sind, wie der nördlichen, an Festland reichern Erdhälfte ein an Sternen reicher Himmel, der südlichen an Festland armen Erdhälfte dagegen ein an Sternen armer Himmel entspricht, wie über den öden erstarrten Polen der Erdkugel sich die sternlosen

Digitized by Google

Himmelspole zeigen und namentlich dem Südpol, deſſen Unwirthlichkeit ſich viel weiter erſtreckt, als die des Nordpols, auch ein bei Weitem mehr verödeter ſüdlicher Himmelspol entſpricht. Er wird ſicher und unwillkürlich zu der Ueberzeugung gelangen, daß jene Sternenwelt von der Erde abhängig ſei, da ihre Geſtaltung ſo auffallend mit der Geſtaltung der Erdoberfläche ſtimmt.

Aber ſeine Ueberzeugung wird einen noch feſtern Boden gewinnen, wenn er dann auch der Milchſtraße ſeinen Blick zuwendet und ihren Lauf verfolgt; wenn er weiter erkennt, daß unſere Erde ſich offenbar im Mittelpunkte des ungeheuern Kreiſes befindet, welchen jene Milchſtraße am Himmel um uns beſchreibt. Nun trete man noch hinter ein Teleſkop, damit man die Milchſtraße der Nebelflecke erſchaue, welche unſrer mit bloßen Augen ſichtbaren Milchſtraße faſt rechtwinklig entgegenſteht, und man muß unwillkürlich in dieſer Geſammtordnung des Weltſyſtems, in dem Umſtande, daß die allgemein bekannte Milchſtraße, ſo wie die Milchſtraße der Nebelflecke gleichſam zwei größte Kreiſe um unſre Erde bilden, die nur durch die abſtoßende Kraft der Erdpole ein Wenig ſeitwärts geſchoben ſind, eine tiefere Bedeutung für unſre Erde erkennen und dieſe als den Centralkörper betrachten. Noch ſchlagender wird dieſe Betrachtung, wenn wir noch den Beweis erhalten, daß dieſe gleichförmige Umgebung der Erde auch gleichweit von ihr abſteht.

Was die Leichtigkeit betrifft, mit welcher die erwähnte Herſchelſche Hypotheſe zurückgewieſen werden kann, ſo hat auf dieſelbe ſchon Brandes hingewieſen (Briefe über die vornehmſten Lehren der Aſtronomie, Th. IV., S. 170). Die Fixſterne ſtehen nämlich keineswegs ſo unveränderlich an ihren Stellen, wie man oft annimmt, ſondern es iſt ſchon bei ſehr vielen derſelben nachgewieſen, daß ſie außer den allgemeinen Bewegungen des geſammten Fixſternhimmels (welche der Copernicaner für einen durch die Bewegung der Erde bewirkten Schein ausgibt) noch beſondere Bewegungen, theils nach einer beſtimmten Richtung, theils um irgend einen Punkt am Himmel haben. Wenn nun zwei Sterne von verſchiedener Größe, z. B. einer von zweiter und einer von vierter Größe einander ganz nahe ſtehen und beide eine gemeinſchaftliche — gleich ſchnelle und nach gleicher Richtung hingehende — Bewegung zeigen, ſo ſchließt man wohl mit vollem Rechte, daß nicht etwa der eine ſo unendlich ferner von uns iſt, als der andere, wie aus der erwähnten Herſchelſchen Hypotheſe hervorgehen würde; ſondern daß beide in gleichem

Digitized by Google

Abſtande von uns ſich befinden, „denn es wäre,“ bemerkt Brandes an dem angeführten Orte, „ein ſchwer zu erklärender Umſtand, daß gerade der eine ſich um ſo viel ſchneller bewegen ſollte, als er entfernter iſt, denn der andere.“

Käme dieſer Zufall nur einige Male vor oder etwa nur bei den ſogenannten Doppelſternen, bei denen man geneigt iſt, ein ähnliches Verhältniß, wie man für unſer Sonnenſyſtem annimmt, gelten zu laſſen, ſo möchte es noch darum ſein. Allein er wiederholt ſich ſo oft, daß man ihn unmöglich noch als Zufall gelten laſſen kann. Schon von Lindenau erwähnte (ſ. Bode's Jahrb. für 1818, S. 248), daß nach den neuen Beobachtungen etwas Gemeinſchaftliches in der Bewegung ſehr nahe beiſammen ſtehender Sterne allgemein am Himmel ſtattzufinden ſcheine. Wie kann man bei ſolchen Beobachtungen noch andere Schlüſſe ziehen, als daß die gemeinſchaftlich ſich bewegenden Sterne, mögen ihre Größenverhältniſſe ſein, welche ſie wollen, in einer gleichen Entfernung von uns abſtehen.

Allein es gibt noch manche augenfällige Beweiſe, daß es keine mit Sternen erfüllten „Tiefen des Himmels“ gibt, ſondern alle Erſcheinungen der Fixſternwelt, von den Sternen erſter Größe bis zu den durch keine Vergrößerung auflöslichen Nebelflecken, wenn nicht an einem und demſelben feſten Himmelsgewölbe, doch wenigſtens in einer gleichen Entfernung von der Erde ihren Platz haben. So ſtehen z. B. die größten und ausgezeichnetſten Nebelflecke — den Copernicanern vermeintliche ferne Milchſtraßen und Sonnengebiete, wie wir ſchon ſahen — am Himmel da, wo ſich in unſrer vermeintlich nähern Milchſtraße eine Lücke findet. Andre Male findet ſich um die Nebelflecke eine ſehr dunkle, ganz ſternenleere Gegend, wie z. B. gerade da, wo ſich in der Gegend des Fuchſes eine große dunkle Oeffnung in der Milchſtraße findet, ein ausgebreiteter, großer Nebelfleck erſcheint. Noch auffallender iſt es, daß gerade am weſtlichen Rande jener ausgezeichneten, von allen Sternen und neblichtem Lichte entblößten, ganz dunkeln Stelle, die ſich nahe bei der Milchſtraße im Leibe des Skorpions im Sternenwölbe findet, der 80. Nebelfleck der Connaissance des temps ſteht, einer der zuſammengedrängteſten Haufen kleiner Sterne, was ſchon bei Herſchel im Widerſpruch mit ſeiner angeführten Hypotheſe die Vermuthung erregte, daß die Sterne, aus denen der Nebelfleck zuſammengeſetzt iſt, von jener Stelle ſich geſammelt und die Lücke

Digitized by Google

hinterlaſſen hätten. Auch der vierte Sternhaufen der Connaissance des temps ſteht am weſtlichen Rande einer andern dunkeln Lücke des Himmels und hat überdieß ein Miniaturgrüppchen von Sternnebel bei ſich.

Andre Male erſcheinen die Nebelflecke zwiſchen einigen größern, der gemeinen Anſicht nach alſo nähern Sternen (vgl. Herſchel über den Bau des Himmels, Königsberg 1791, S. 10), ſo daß alſo der Schein der Wahrheit ſtets dafür ſpricht, daß alle Sterne, ſowohl die größern, wie die kleinern, neben einander, nicht aber vor und hinter einander geordnet ſind. So findet ſich unmittelbar neben dem Lichtnebel des Orion eine auffallende gänzliche Finſterniß, und es zieht ſich dann auch, gleich den Untiefen an den Küſten einiger Inſeln, parallel mit dem größern ein kleinerer, ſchwächerer Nebelfleck hin, wie ſich faſt ohne Ausnahme am Fixſternhimmel dunkle, ganz Sternen- und Licht-leere Stellen neben ganz beſonders Sternen- und Nebel-reichen finden, und jene dunkelſten Stellen am ganzen nächtlichen Himmel, welche dunkler erſcheinen, als die ſchwärzeſte Nacht, die ſogenannten Kohlenſäcke der ſüdlichen Himmelskugel, ſtehen mitten im hellglänzendſten Theile der Milchſtraße. Ueberhaupt iſt es ganz beſonders bemerkenswerth, daß jene dunkeln Oeffnungen am Fixſternhimmel, die nicht durch optiſche Täuſchung, ſondern durch gänzlichen Mangel an Sternen und Nebeln in jener Gegend entſtehen, ihre Stelle meiſt in oder nahe bei der Milchſtraße zu haben ſcheinen. So führt auch ſchon Herſchel a. a. O. S. 20 und 21 als eine faſt ausnahmsloſe Erfahrung an, daß die an die Nebelflecken gränzenden Räume des Himmels ganz ohne Sterne ſeien, daß hierauf meiſt die Nebelflecken zwiſchen Sternen von einer gewiſſen beträchtlichen Größe folgten oder „in einem Lager von ſolchen, ſparſam dazwiſchen zerſtreuten Sternen enthalten wären.“ Alle dieſe Beobachtungen ſind nur geeignet, uns eine Ordnung der Fixſterne *neben* einander zu beweiſen, die mit Sternenwelten bevölkerten endloſen Tiefen aber zu widerlegen. Selbſt in den Fällen, wo man Nebel und Sterne an einer Stelle bemerkt, ergeben genauere Beſtimmungen, daß die Sterne nicht etwa vor oder hinter den Nebeln befindlich ſind, ſondern mit ihnen auf *einer* Fläche ſtehen, ja ſogar eine gewiſſe Gegenſeitigkeit zwiſchen ihnen ſtattfindet, ſo daß die Nebel verſchwinden oder abnehmen, indem der Stern wächſt, und umgekehrt. Aehnliches mag auch bei den veränderlichen Sternen ſtattfinden, und genauere Unterſuchungen

Digitized by Google

werden möglicherweise lehren, daß, wenn ein Stern abnimmt, ein anderer dafür zunimmt.

Ein Widerspruch gegen die Centralität der Erde wird durch die weit verbreitete Meinung erhoben, daß das Sonnensystem sich im Weltraume fortbewege. Schon W. Herschel unternahm es, den gemeinsamen Theil aus der eigenen Bewegung der Fixsterne abzusondern, um so die Bewegung des Sonnensystems aufzufinden. Da ihm aber seine Bemühung nicht gelang, so nahm Argelander die Untersuchung wieder auf und wollte wirklich, übereinstimmend mit Herschel, gefunden haben, daß sich ein großer Theil der eignen Bewegung der Fixsterne als eine scheinbare ergebe, wenn man annehme, daß unsre Sonne sich nach einem Punkte hinbewege, der im Sternbilde des Herkules links von dem hellen Punkte der Krone liege. Später suchte, wie wir schon früher anführten, Mädler in der Gruppe der Plejaden den Punkt, um welchen sich die Sonne bewegte. Wäre das wahr, so wären wir allerdings um die Ehre gekommen, den Mittelpunkt des Ganzen zu bilden; allein glücklicherweise steht außer dem schon früher von uns Gesagten den genannten Auctoritäten auch noch die eben so große Piazzi's entgegen, der in seinem Lehrbuche der Astronomie (Th. I., S. 232) die jährliche Bewegung aller von ihm als beweglich anerkannten Fixsterne berechnet hat, welche Berechnungen sich S. 238 von Cacciatore in eine Tafel zusammengetragen finden. Das Resultat davon ist, „daß eben so viele Durchschnittspunkte sind, wie berechnete Bewegungen, nicht zwei, die in einige Uebereinstimmung zu setzen wären. Wenn man also nicht etwa behaupten will, daß die Sonne sich zu gleicher Zeit nach allen Richtungen hinbewege, oder daß jene Bewegungen von Ursachen abhingen, die uns gänzlich unbekannt sind; so muß man wohl zugestehen, daß man sie nicht als einen reinen Schein betrachten könne. Man muß die Ursachen jener Bewegungen in den Sternen selber aufzufinden." Vgl. G. H. von Schubert, die Urwelt und die Fixsterne, S. 67.

Einen fernern Beweis, daß die Fixsterne neben einander und nicht vor oder hinter einander geordnet sind, liefern die Doppelsterne. Es gibt nämlich Sterne, die dem bloßen Auge oder bei geringen Vergrößerungen als einfache erscheinen, bei starker Vergrößerung sich aber in zwei und noch mehre auflösen, aus deren Ortsveränderungen man geschlossen hat, daß sie einen gemeinsamen Mittelpunkt umkreisen. So hat bei dem Sterne „ der Krone, der

Digitized by Google

aus einem gelben Hauptsterne der fünften Größe und einem goldgelben Nebenstern der sechsten Größe besteht, der letztere seit Herschels Beobachtungen im J. 1781 schon mehr, als einen ganzen Umlauf gemacht, so daß seine Umlaufszeit nach den neuesten Berechnungen etwas über 43 Jahre beträgt. Bei andern Doppelsternen — und man kennt deren jetzt tausende, dauert die Umlaufszeit länger oder auch kürzer. Nun will man zwar bisweilen bemerkt haben, daß der eine Stern dabei hinter oder vor den andern getreten sei, allein nach den genauesten Beobachtungen sind solche Erscheinungen doch Täuschungen gewesen, die durch die große Nähe der zusammen gehörenden Sterne veranlaßt sind. Auch können Täuschungen durch das Zusammenfließen zweier Sterne entstehen. So sah Herschel den Stern ζ im Herkules 1781 noch ganz deutlich doppelt; darauf rückten bis 1782 beide Sterne immer näher zusammen, bis sie endlich völlig verschmolzen und auch nicht wieder getrennt gesehen wurden, s. Schubert, Urwelt und Fixsterne, S. 106, der noch mehre gleiche Fälle aufzählt. Eben so wohl können sich auch zwei zusammengeflossene Sterne wieder trennen, und wir haben dann die Täuschung, als befände sich ihre Bahn unter einem schiefen Winkel mit unsrer Gesichtslinie, während nach allen sichern Beobachtungen diese Gestirne einander stets so umkreisen, daß ihre Bahnen unter rechten Winkeln mit unsrer Gesichtslinie liegen, d. h. daß wir in dieselben wie in einen offnen Ring hineinsehen und sie mithin auf einer Ebene stattfinden, deren sämmtliche Theile von uns gleichweit entfernt sind.

Bei einer genauen und unbefangenen Beobachtung des Himmels könnte man daher zu der Annahme gelangen, daß einst das ganze Himmelsgewölbe gleichförmig mit Lichtstoff übergossen gewesen sei. Dieser zog sich dann an manchen Orten stärker zusammen und bildete die größern Sterne, in deren Nähe dafür auch die dunkelsten Partieen des Himmels entstanden, so wie am südlichen Himmel weniger, aber desto größere Fixsterne stehen; oder endlich er zog sich gar nicht zusammen, und so blieben die Nebelflecken, von denen wir noch heutigen Tages bemerken, wie die mannichfachsten Aenderungen in ihnen vorgehen, wie selbst Sternbildungen sich in ihnen ereignen (Schubert a. a. O. S 127), wenn gleich einige Neuere bemüht sind, dem zu widersprechen, wie Herschel II. und Lamont. Um solchen Widerspruch zu erheben, muß man aber das, was

Digitized by Google

Schröter, Herschel I. und Andere beobachteten, zuvor als Täuschung erklären.

Daß also alle Fixsterne gleich weit von der Erde abstehen, dafür sprechen die begründetsten Beobachtungen; wollte man uns aber fragen, wie weit sie entfernt sind, so müßten wir die Antwort schuldig bleiben. Wir haben bereits gesagt, daß wir gar keine Grundlagen zu einer solchen Berechnung haben, daß wir die Strahlenbrechung nicht kennen und auch die Standlinien auf unsrer Erde nicht zu bestimmen im Stande sind, weil wir weder die Gestalt der Erde, noch die Richtung der Perpendicularen kennen.

Es ist indeß nach dem bereits Gesagten nicht mehr möglich, die Fixsterne als Sonnen zu betrachten und dem Fixsternhimmel, der also offenbar nur um der Erde willen da ist, um die er sich dreht, die Erhabenheit einzuräumen, welche man ihm in den neuesten Zeiten angedichtet hat. Denkende und unbefangene Köpfe sind indeß diesen Erhabenheitsideen stets ziemlich fern geblieben. So sind dem Philosophen Michelet die Sterne „nichts Weiteres, als im Himmelsmeer ausgestreute nackte Lichtfelsen," (Vorlesungen über die Persönlichkeit Gottes und die Unsterblichkeit der Seele, S. 227), und der Begriff des Sternenhimmels stellt ihm „nur das Moment der abstracten, regungslosen Dauer, als die bloße unlebendige Erscheinung der Ewigkeit" dar (S. 228). Hegel legt es mitunter recht geflissentlich darauf an, die moderne Anschauung von der Erhabenheit und Unendlichkeit der Sternenwelt als lächerliche und absurde Phantasterei darzustellen, z. B. wenn er sie „nur einen Lichtausschlag, eben so wenig bewundernswürdig, wie ein Ausschlag am Menschen oder die Menge der Fliegen" gelten lassen will (Vorles. über Naturphilos. I., S. 92. 461).

Daß die Fixsterne keine Sonnen, sondern von abweichender Natur sind, belehren uns mehre neue Erfahrungen. Das Licht der Fixsterne ist andrer Art, als das der Sonne. Schon Forster hat eine sonderbare Verschiedenheit angegeben (vgl. Kastner's Archiv V., 428). Wenn nämlich ein Fernrohr, dessen Ocular so weit hineingeschoben ist, daß die Strahlen vor ihrer Vereinigung im Focus zum Auge kommen, schnell um seine Axe gedreht wird und die das Objectiv treffenden Strahlen durch ein Prisma gegangen sind, welches mit dem Fernrohre verbunden ist; so sieht man bei einigen Fixsternen den so entstehenden Lichtkreis als einfarbig:

Digitized by Google

blau, roth oder gelb; bei andern ist er dagegen in Regenbogenfarben getheilt, die zuweilen durch dunkle oder weiße Querstreifen unterbrochen sind. Bei den Planeten und der Sonne ist dieser Lichtkreis immer weiß. — Wenn man ferner die Fixsterne durch ein Teleskop betrachtet, so erscheinen die Fixsterne bekanntlich um so kleiner, je vollkommener das Teleskop ist, und werden endlich zu glänzenden Punkten ohne alle Größe. „Wenn der Mond einen Fixstern bedeckt," sagt Schubert (theoret. Astron. II., 26), „so müßte man den Stern nach und nach verschwinden sehen, wenn er einen wirklichen Durchmesser hätte: es müßten nach der mittlern Bewegung des Mondes ungefähr 2 Secunden zwischen dem Anfange der Verdeckung und dem gänzlichen Verschwinden vergehen, wenn des Sternes Durchmesser auch nur 1″ wäre. Allein alle Beobachtungen stimmen dahin überein, daß selbst die Sterne erster Größe, wenn sie vom Monde bedeckt werden, in einem Augenblick ganz verschwinden und wieder erscheinen." Wenn man aber mittelst eines Diaphragma die Oeffnung des Teleskops, mit dem man einen Fixstern beobachten will, verkleinert, so bleibt der Fixstern nicht mehr ein Punkt, von welchem die leuchtenden Strahlen ausgehen, sondern zeigt vielmehr eine um so bestimmtere Scheibe, je kleiner die Oeffnung gemacht ist. Herr Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1852, p. 499) hat sich dagegen überzeugt, daß der scheinbare Durchmesser der Planeten sich nicht gleich den Fixsternen vergrößert, wenn sie mit einem verkleinerten Objectiv betrachtet werden. Nach Liouville ändert sich der scheinbare Durchmesser der Sonne (Compt. rend. XXXVIII., p. 283) und des Mondes (Compt. rend. XXXIX, p. 372) eben so wenig bei der Beobachtung mittelst eines Fernrohrs mit verkleinerter Oeffnung. Da also diese auffallende Erscheinung nur bei den Fixsternen stattfindet, so folgt daraus, daß sie besonderer Natur sind, daß namentlich die Fixsterne keine Sonnen sind, und die Sonne kein Fixstern ist.

Wenn man aber fragt, was die Fixsterne sind, so ist leicht zu erweisen, daß sie keine Welten, sondern Ansammlungen elektrischen Lichts sind, und in dieser Hinsicht haben sie wieder eine gewisse Verwandtschaft mit Sonne, Planeten und Kometen, indem auch diese elektrische Körper sein müssen, weil sie sonst, wie wir später sehen werden, nicht um die Erde rotiren würden.

Einen Hauptbeweis für die elektrische Natur der Fixsterne gibt

Digitized by Google

nus die ungleiche Farbe derselben. Die röthern Sterne, wie Beteigeuze sind bekannt, aber auch Sterne von bläulichem, violettem, grünlichem, granatfarbenem Licht führt Herschel (On the parallaxe of fixed stars. Phil. Trans. 1782, p. 113) an. Eben so sind, wie Pouillet (Experimentalphys. Bd. I., §. 209) bemerkt, die Farben des elektrischen Lichts sehr veränderlich, und die Veränderungen desselben sind von der Stärke des elektrischen Funkens und von dem Drucke des Gases, durch welches er geht, abhängig; jedoch gibt es Gase und Dämpfe, welche bei derselben Stärke und demselben Druck vorzugsweise die röthlichen Farben, während andere die gelben, blauen und violetten Farben geben. Sind die Fixsterne an einem festen Himmelsgewölbe, so wird auch die örtliche Beschaffenheit desselben Einfluß auf ihre Farbe haben, denn auch die Natur der Körper, zwischen denen eine starke elektrische Entladung stattfindet, hat auf die Farbe des elektrischen Fluidums Einfluß.

Wer die geträumte Wichtigkeit und Größe der Fixsterne festhalten will, der muß nothwendig auch mit dem Fixsternhimmel den Begriff der Unveränderlichkeit und Einerleiheit seiner Gestaltungen verbinden, und diese früher angenommene Unveränderlichkeit hat auch theilweise mit der Annahme von der Großartigkeit des Fixsternhimmels veranlaßt. Allein die neuern Beobachtungen der Astronomen haben gezeigt, daß am Fixsternhimmel eine überaus reiche Mannigfaltigkeit kosmischer Bildungen, Gruppirungen und Bewegungen, daß bei manchen seiner Sterne Veränderungen und Wandlungen stattfinden, welche sich mit der angenommenen Erhabenheit nicht vereinigen lassen. Wir bemerken einen Wechsel der Lichtfarben und Lichtstärke, wie wir ihn bei unsrer Sonne nie wahrnahmen. Bei den Doppelsternen ist sogar der Wechsel der Farbe periodisch, allein auch bei andern Fixsternen mag er häufiger vorkommen, als wir in Folge unsrer bisherigen, noch immer mangelhaften Beobtungen wissen. Die Farbe des Sirius wird z. B. von den Alten als roth beschrieben, während er gegenwärtig im reinsten weißen Lichte erglänzt. Aber noch bedeutender erscheint der Wechsel der Lichtstärke, den man an einer nicht geringen Menge von Sternen beobachtet hat, die man daher veränderliche Sterne nennt. An etwa 30 Sternen hat man bereits eine mehr oder minder starke und augenfällige, meist periodisch wiederkehrende Ab- und Wiederzunahme des Lichtglanzes oder der scheinbaren Größe beobachtet. Die beiden auffallendsten unter ihnen sind Algol im Haupte der

Meduſa, und Mira im Wallfiſch. Mira erreicht 12 Mal in 11 Erdenjahren ihre größte Lichtſtärke; bei Algol beträgt die Periode der Lichtwandlung nur 2 Tage 20 Stunden 49 Minuten. Bei den meiſten dieſer Sterne iſt die Veränderlichkeit aber wieder veränderlich, und als beſonders merkwürdig hebt Mädler den Umſtand hervor, daß bei den meiſten die Zunahme ſchneller, als die Abnahme erfolgt (was auch bei unſerm Monde der Fall iſt), und daß, Algol ausgenommen, alle veränderlichen Sterne in ihrem Minimum länger verweilen, als in ihrem Maximum. Aus dieſem Umſtand erkennt man ſchon, daß die Veränderlichkeit weder von einer Axendrehung, noch davon herrühren kann, daß ein dunkler Körper das veränderliche Geſtirn umkreiſt, daß vielmehr ein eigner innerer Grund die periodiſche und dabei ungleiche Steigerung und Minderung der Lichtentwicklung bedingt — daß die Sterne nur Punkte an einem feſten Himmelsgewölbe ſind, aus denen nach der Erde Elektricität ſtrömt, die ſich bald ſammelt, bald mindert, und daß die eigenthümliche Beſchaffenheit einzelner Punkte den Wechſel veranlaßt, der bei manchen Sternen ſogar ſo bedeutend iſt, daß er bis zu einem völligen Verſchwinden geht.

Daß man oft mit einem Male neue Sterne entſtehen und längere oder kürzere Zeit am Himmel verharren ſieht, iſt eine ſo bekannte Sache, daß wir nicht länger bei derſelben verweilen mögen.

Dreizehnte Vorleſung.

Sonne, Mond, Planeten und Kometen.

Da wir von der Natur der Fixſterne geſprochen haben, ſo halten wir es für geeignet, gleich hier mitzutheilen, was wir über die Natur der übrigen Himmelskörper denken. Auch hier werden wir nur auf begründete Thatſachen und auf die Beobachtungen der beſten Autoritäten fußen, werden aber dabei ebenfalls zu Reſultaten gelangen, die von den heutigen Annahmen ſtark abweichen.

Wenn wir in Betreff der Sonne und Planeten in den gewöhnlichen Lehrbüchern nachleſen, ſo müſſen wir ſtaunen, über die tie-

Digitized by Google

fen Blicke, welche die Menschheit nach jenen fernen Körpern gethan hat. Entfernung, Größe, Dichtigkeit, Rotation derselben — das sind bekannte Dinge, denn der Riesengeist der Astronomen hat aus dem Einen das Andere zu entwickeln verstanden. „Den Bewegungen der Planeten," sagt Hugi, die Erde als Organismus, S. 67, „liegt das Newtonsche Gesetz der Schwere zu Grunde, und sie erfolgen nach jenem des Kepler; beide bedingen sich gleichzeitig, und keins wird ohne das andere klar. Aus diesen Gesetzen allein werden die sogenannten Elemente der Planetenbewegung abgeleitet. Aus der Entfernung und der Bewegung in der elliptischen Bahn und ihrer Schnelligkeit ergibt sich die gegenseitige Attraction, diese aber verhält sich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung und wie die Masse; wenn das erstere und die zu- und abnehmende Schnelligkeit in der elliptischen Bahn bekannt ist, ergibt sich somit auch die Masse, so wie aus der wahren Entfernung und dem scheinbaren Durchmesser der wahre Durchmesser oder das Volumen sich ergibt; aus dem Volumen aber und der Masse wird die Dichtigkeit abgeleitet, denn diese ist nur das Verhältniß von Masse und Volumen." In der That schön und geistreich erfunden, — nur leider! daß so viel Geist vergebens aufgewandt ist, da schon der eine Umstand, daß wir die wahren Entfernungen nicht kennen, dem ganzen Gebäude seine Basis raubt.

Es ist natürlich, daß man, weil man keck drauf los rechnete, ohne irgend welche sichere Grundlagen zur Rechnung zu haben, auf die widersprechendsten Dinge kommen mußte. So fand man aus der Berechnung der von der Sonne ausgeübten Anziehungskraft, daß ein Körper, welcher auf der Erde den Druck von 1 Pfd. ausübe, auf der Sonne einen Druck von 27 Pfd. ausüben müsse. Ueben aber alle Körper auf der Sonne einen so ungleich stärkern Druck aus, als auf der Erde, so muß auch die Masse der Sonne ungleich stärker zusammengedrückt sein; sie muß aus einem 27 Mal dichtern Stoffe bestehen, als der der Erde. Dennoch fand man, indem man die berechnete Schwere mit dem berechneten Umfange der Sonne verglich, daß ihr Stoff von dem Stoffe, aus welchem die Erde bestehe, um das Vierfache an Dichtigkeit übertroffen werden müsse. Also sind die Körper auf der Sonne 27 Mal schwerer, als sie auf der Erde sein würden, und diese Schwere wirkt 4×27 Mal, also 108 Mal weniger, als die Schwere auf der Erde, so daß der Stoff der Sonne nur den vierten Theil der

Digitized by Google

Dichtigkeit besitzt, welchen der Stoff hat, aus dem die Erde besteht! Wer erkennt da nicht, daß die Mathematik falsch rechnete, weil ihr die Grundlagen zu einer richtigen Rechnung fehlten?

Wir sind zwar keineswegs gewillt, die kostbare Zeit damit zu verschwenden, daß wir die Träume der Astronomen mittheilen, aber dennoch wollen wir als Pröbchen der astronomischen Speculation eine Stelle aus Mädlers Astronomie (S. 117) mittheilen. Nachdem dort gesagt ist, daß die Sonne ein 1,409,725 Mal größeres Volumen und eine nur 355,499 Mal größere Masse habe, als die Erde, wird fortgefahren: „Hieraus folgt weiter, daß die Schwerkraft an der Oberfläche der Sonne 28,36 Mal größer, als an der Oberfläche der Erde sei, und daß dort ein Körper in der ersten Secunde 428,25 pariser Fuß im Fallen zurücklege. Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers auf der Sonne ist demnach weit mehr der einer Flinten- oder Kanonenkugel, als der Fallgeschwindigkeit unsrer Erde zu vergleichen. Ein Körper, der bei uns kaum 4 Pfund wiegt, würde dort nur durch eine Kraft bewegt werden können, die hier zur Bewegung eines Centners erfordert wird. Ein Geschöpf von unsrer Kraft und unserm Körperbau vermöchte dort kaum den Fuß emporzuheben und liefe beim Auftreten Gefahr, ihn zu zerschmettern, schon nach wenigen sehr kurzen Schritten würde völlige Erschöpfung eintreten. Ein Secundenpendel würde dort die Länge von 86 par. Fuß haben; ein mit aller unsrer Kraft emporgeworfener Körper sich nur sehr wenig über unsern Kopf erheben. Selbst wenn die Atmosphäre und alles Uebrige sich wie bei uns verhielte (was sicherlich nicht der Fall ist), so würden dennoch alle unsre Pflanzen, durch die ungeheuere Schwerkraft zurückgehalten und niedergedrückt, dort knieholzartig am Boden kriechen. Nur Titanen und Cyklopen, wie sie die alten Fabeln uns vorführen, wären dort im Stande, Bauwerk aufzuführen, ja nur die gewöhnlichsten unsrer Arbeiten zu verrichten."

Was ist aber die Sonne, wenn wir den begründetsten Erfahrungen Gehör schenken? Eine Flamme — nichts weiter! — eine Flamme, über deren Größe und Entfernung wir gar nichts folgern können, die über unsre Begriffe leicht sein muß, weil sie als schwerer Körper zur Erde, dem einzigen Schwerpunkte des Raumes, niedersinken müßte.

Herr Thomas Woods hat photographische Versuche angestellt,

Digitized by Google

welche in dem Philos. Mag. Jul. 1854 mitgetheilt ſind und bedeutendes Licht über die Natur der Sonne verbreiten. Er brachte ein vorgerichtetes Blatt in den Focus einer Camera obſcura und nahm verſchiedene Photographieen des Sonnenbildes auf demſelben Blatte auf, indem er das Licht verſchieden lange Zeit einwirken ließ. Die ſo erlangten Bilder waren um ſo größer, je länger die Einwirkung gedauert hatte, und das Centrum des Bildes war immer dunkler, als deſſen Ränder. Die Ausdehnung dieſes dunklen centralen Theils und des ihn umgebenden lichtern Ringes vermehrten ſich beide mit der Verlängerung der Ausſtellung, aber nicht in gleichem Verhältniß. Dieſe Erfahrung gibt einen neuen Beweis, daß das Licht, welches von dem Centrum der Sonne herrührt, kräftiger wirkt, als das von den Rändern, weil dieſes letztere einer längern Zeit bedarf, um gleiche Wirkung, wie jenes erſtere hervorzubringen. Herr Woods verſuchte dann, ob dieſelbe Erſcheinung ſtattfinden würde, wenn man eine Flamme als leuchtenden Körper anwendete; er verſuchte eine brennende Kerze und eine Gasflamme. In beiden Fällen ergab ſich dieſelbe Wirkung, wie bei der Sonne, aber auf noch beſtimmter ausgeſprochene Weiſe. Die Verſuche wurden mehre Male wiederholt, lieferten aber ſtets daſſelbe Reſultat. Wenn man dagegen nicht von einem brennenden Gaſe, ſondern von einem glühenden Körper ein photographiſches Bild nimmt, ſo iſt der Erfolg nicht mehr derſelbe. Nach einigen fruchtloſen Verſuchen mit rothglühendem Eiſen und in einer Gasflamme glühend gemachtem Platina gelang es Herrn Woods, Abdrücke vom Drummondſchen Lichte zu erhalten. Die Größe des Bildes wurde keineswegs von der Dauer der Ausſtellung abhängig gefunden, wie das bei dem Sonnenlicht und der Flamme der Fall geweſen war. Es iſt daher offenbar, daß die Natur der Sonne Analogie mit derjenigen einer Flamme hat, nicht aber mit der eines glühenden Körpers. Die Art, wie die photographiſchen Bilder bei dieſen Verſuchen genommen wurden, findet ſich auch beſchrieben in der Bibl. univ. Août 1854, p. 357 etc.

Uebrigens hätte man dieſer neuen Verſuche nicht erſt bedurft, da man ſchon früher Beweiſe hatte, daß ſich die Sonne nicht wie ein glühender Körper, ſondern wie eine reine Flamme verhalte. Schon längſt hat man es nämlich gewußt, daß von dem Lichte, welches von einem leuchtenden Körper, gleichviel ob derſelbe von harter oder flüſſiger Subſtanz, in ſchiefer Richtung ausſtrahlt, ſtets

Digitized by Google

ein Theil gebrochen erscheine, während, wenn es aus einer brennenden gasartigen Substanz ausströmt, unter welcher Neigung es auch immer sei, doch nie sich eine Spur von Polarisation oder Brechung zeigt. Nach dieser Erfahrung muß man, wie schon Ponteculant in seiner Astronomie (Teutsch von Nork, Stuttg. 1846, Bd. I, S. 178) bemerkt, die Sonne für eine brennende gasartige Substanz halten, denn sie zeigt nie eine Art von Polarisation, selbst wenn man ihre Lichtausströmung durch die Ränder einer Glasscheibe, folglich unter einem sehr spitzen Winkel betrachtet. Mehres hierher Gehörige s. Annales de chimie et phys. 1854. Sept.

Die neuere aus den Sonnenflecken gefolgerte Annahme, daß die Sonne ein dunkler, von einer Flammensphäre umflossener Körper sei, ist schon darum lächerlich, weil der dunkle Körper doch jedenfalls von der Flammensphäre erleuchtet werden müsste, folglich durch Lücken der leuchtenden Umhüllung nicht als dunkler Körper sichtbar werden könnte.

Wenn man aus der Fortbewegung solcher Flecken auf eine Rotation der Sonne hat schließen wollen, wie man dasselbe bei den Planeten Mars, Jupiter und Saturn gethan hat, so ist das eine kühne That gewesen. Noch nie hat man denselben Sonnenfleck erweislich wieder gesehen, weil sich dieselben fortwährend ändern. Außerdem ist die Fortbewegung derselben sehr ungleich, indem sie sich bald langsamer, bald schneller bewegen, so daß auch die von verschiedenen Beobachtern gefolgerten Rotationszeiten sehr verschieden ausfallen.

Ueberhaupt ist die Rotation der Himmelskörper erst aus der Analogie gefolgert, nachdem man die Rotation der Erde angenommen hatte. Jetzt ist man hinsichtlich bestimmter Rotationszeiten, die man als Mittelzahlen aus verschiedenen Beobachtungen gefunden hat, überein gekommen, und glaubt an dieselben, wie an ein Evangelium. Findet nun ein Beobachter, daß die Bewegung eines Flecks der Sonnen oder der Planeten mit den angenommenen Rotationszeiten nicht stimmt, so schreibt er für diesen Fall dem Fleck eine eigne Bewegung zu. Gesteht doch selbst Mädler (a. a. O. S. 122), obschon er sich ungemein hütet, solche Sachen mitzutheilen, aus denen man auf die Trüglichkeit der Astronomie schließen könnte, daß man eine bedeutende Verschiedenheit der Rotationselemente gefunden habe.

Digitized by Google

Die Sonnenflecke bewegen sich analog dem Laufe der Himmelskörper um die Erde in der Richtung von Ost nach West, und man hat, nachdem man aus ihnen auf eine Rotation der Sonne geschlossen hatte, den Polardurchmesser der letztern in der Richtung von Süd nach Nord gesucht. Da rotirende Körper, wie schon gesagt, an den Polen der Rotationsaxe eingedrückt sein müssen, so hatte man auch der Sonne eine an den Polen eingedrückte Gestalt beigelegt, bis die Untersuchungen von Lindenau's ergaben, daß gerade umgekehrt, der vermeinte Aequatorialdurchmesser der Sonne kürzer sei, als der Polardurchmesser. Also überall Widersprüche der Beobachtung mit der Theorie!

Was den Mond betrifft, so ist er wohl ein Körper, aber ein Körper von uns unbekannter Art. Nichts ist überhaupt sinnloser, als wenn wir unsre irdischen Verhältnisse dort oben wieder suchen wollen. Der Mond ist allem Anscheine nach also ein Körper, aber ein ätherischer, daher ihn auch die alten Aegypter eine ätherische Erde genannt haben sollen. Daß er von ungemeiner Leichtigkeit sein muß, und schon darum mit keinem irdischen Körper verglichen werden kann, geht daraus hervor, daß er durch die höchsten Luftschichten der Erde schwebt.

Wir haben schon früher dargethan, daß die Luft der Erde ihrer Natur nach *) den ganzen Raum erfüllen müsse, und ist dieses der Fall, so erklärt sich auch sehr leicht die bei den gegenwärtigen Annahmen vergebens auf Erklärung harrende Erscheinung, daß bei Sonnenfinsternissen, die ganz oder fast ganz total sind, um den Mond ein Lichtbogen wahrgenommen wird. Es entsteht nämlich dieser Lichtbogen durch die um den Mond herum in der irdischen Atmosphäre sich brechenden Sonnenstrahlen. Am Ausführlichsten beschreibt dieses Phänomen Bessel, der es während der großen Sonnenfinsterniß am 15. Mai 1836 selbst zu beobachten die seltene

*) »Während die Molecüle fester und flüssiger Körper zusammenhalten, haben die Gase das Bestreben, sich so weit wie möglich von einander zu entfernen, weßhalb die Luft in einem Gefäße unaufhörlich gegen die Wände drückt. Deßwegen dehnt sich die wenige Luft in einer runzlichen Blase im luftleeren Raume unter der Luftpumpe aus und bläht die Blase auf, weil unter der Luftpumpe keine äußere Luft dieser Ausdehnung entgegenwirkt.« Perty, Vorschule der Naturwissenschaften, S. 16.

Digitized by Google

Gelegenheit hatte (Schumachers Astron. Nachr. 320). Wenn aber die Finsterniß total wird, so zeigt sich durch das Fernrohr eine Erscheinung, welche alle Beobachter in Staunen versetzt hat und nur bedauern läßt, daß nur so selten totale Sonnenfinsternisse vorkommen. Ein leuchtender Ring von großer Breite und Intensität bildet sich dann rings um den Mond und verbreitet so viel Helligkeit, daß es während der totalen Sonnenfinsterniß kaum dunkler ist, als kurz vorher oder nachher. Bowditch, Ferrer und Adams beobachteten ihn in Nordamerika an verschiedenen Orten während der Finsterniß vom 16. Juni 1806. Ferrer setzt den Ring sogar 40′ bis 50′ breit. Ulloa, der auf einer Seereise zwischen Terceira und Cap St. Vincent am 24. Juni 1778 eine totale Sonnenfinsterniß beobachtete, sah einen stark glänzenden Ring, der sich schnell im Kreise, wie eine Feuerwerkssonne, drehete. Sein Licht ward desto blendender und stärker, je näher die Mitte der Finsterniß kam, und er war um diese Zeit $^1/_6$ des Monddurchmessers, also 5′ 30″ breit. Nach allen Seiten verbreiteten sich von diesen Kreisen aus Lichtstrahlen, die noch in der Entfernung eines Monddurchmessers sichtbar waren. Zunächst um den Mond lag ein rothes, hierauf ein hellgelbes Licht, das sich allmählig ins Weise verlor. Am 8. Juli 1842 hat man diesen Ring wieder, aber nur in weißer Farbe beobachtet. Für die Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 waren an verschiedenen Orten Vorrichtungen getroffen, um jene Erscheinung, die man in neuerer Zeit auch Protuberanz oder Prominenz nennt, zu beobachten. Schon vorher hatten sich Faye, Petersen, Arago u. A. über die muthmaßlichen Ursachen ausgesprochen (Vgl Breslauer Uranos, 1851, 2. Semester). Eine Abhandlung von Schweizer, welcher die Höfe um die Kernflecken der Sonne für die Ursache der Prominenzen hält, findet sich in Nr. 849 der Astronom. Nachrichten.

Wir sollten meinen, daß der Umstand, daß die Erscheinung von verschiedenen gleichzeitigen, aber an verschiedenen Orten befindlichen Beobachtern stets von verschiedener Größe und Farbe gesehen wird, deutlich dafür spricht, daß sie in der irdischen Atmosphäre vor sich gehe. Dann könnte sie sich aber nicht so genau um den Mond anschließen, wenn nicht die Atmosphäre mindestens bis an den Mond reichte. Daß sie nur durch eine Strahlenbrechung zu erklären sei, hat auch von Parpart in seinem „Bericht an die Königl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin über die zu Storlus an-

Digitized by Google

gestellten Beobachtungen der Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851" gezeigt, nur daß er diese Strahlenbrechung in einer Mondsatmosphäre vor sich gehen läßt und daher S. 19 sagt: „Die hiesigen astronomischen Beobachtungen erheben es im Verbande mit Physik und Chemie zur Gewißheit, daß der Mond von einer Gasart eingehüllt wird, die in ihrem comprimirten Zustande am Herde der Phänomen noch eine 15 Mal geringer brechende Kraft besitzt, als die irdische Atmosphäre."

Wenn wir aber das copernicanische System abschaffen und Monde und Planeten zu kleinen Begleitern der Erde werden, so müssen sie schon darum jede Atmosphäre verlieren, wie denn auch alle gegründeten und sichern Beobachtungen einer Atmosphäre der Himmelskörper durchaus widersprechen. Jede Luftart gibt sich dadurch zu erkennen, daß sie den hindurchgehenden Lichtstrahl bricht und schwächt. Auf dem Monde bemerken wir nicht das Geringste von Beiden *). Die Theile des Randes erscheinen in derselben Deutlichkeit, wie die der Mitte, und ein Stern zeigt bei seinem Eintritt in den Mondrand so wenig eine Schwächung, wie bei seinem Austritt eine Verzögerung oder Ablenkung des Lichts. Auch der Wasserdampf müßte sich durch Strahlenbrechung verrathen, wenn er in jener Atmosphäre aufgelöst oder wenn die Oberfläche mit Wasser bedeckt wäre, das doch seine Eigenschaft des Verdunstens auch dort nicht verleugnen könnte. Gäbe es auf dem Monde bei seiner angenommenen Größe ein Wasserbecken, auch nur von dem Umfange des Bodensee's, oder einen Strom, wie unser Rhein,

*) „Alle Landschaften und Berge des Mondes zeigen sich bei gleich guter (d. h. klarer und ruhiger) Erdenluft mit immer gleicher Schärfe. Nähern sich Sterne dem Mondrande, so verschwinden sie ohne Schwächung ihres Lichts erst im Augenblick der Bedeckung; ferner fehlen auf dem Monde alle Erscheinungen einer Dämmerung; die Gegenden liegen mit Sonnenaufgang sogleich in glänzendem Lichte. Alles dieses beweist, daß der Mond keine Atmosphäre hat (was uns seine Beobachtung sehr erleichtert); wo aber diese fehlt, kann auch kein Wasser und Feuer vorkommen. In der That nimmt man nirgends auf dem Monde auch nur kleine, vollkommen ähnliche Flächen wahr, wie sie Wasser zeigen müßte, und die Angaben vulkanischer Feuererscheinungen auf dem Monde sind längst widerlegt. Mit der Erde verglichen ist auf dem Monde Alles starr, todt und unveränderlich." Perty, Vorschule der Naturw. S. 87.

ſo müßten ſie ſich als glatte Flächen verrathen; flöſſen dort auch nur Bäche, ſo würden ſie ſich doch in die Vertiefungen ergießen und dieſe ausfüllen. Oder hätten auch in frühern Zeiten Waſſerfluthen auf dem Monde gewirkt, ſo müßten ſich ſchon jene Ebenen finden, die auf unſrer Erde den alten Meeresboden verrathen. Dagegen bietet jeder Punkt der Mondoberfläche dem bewaffneten Auge ſcharfe, zackige Unebenheiten, und ſelbſt die ſorgfältigſten Berechnungen Beſſels wollten nur eine Mondluft von 968 Mal geringerer Dichtigkeit als die unſrer Erde zulaſſen, wohl ein genügender Beweis, daß der Mond nur durch die äußern, von Dünſten reinen Schichten der irdiſchen Atmoſphäre fliegt.

Die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen und Geologen hat ſich in unſern Tagen wieder einmal vorzugsweiſe auf die Erforſchung der Mondoberfläche gerichtet. Die Geſellſchaft der engliſchen Naturforſcher hat die neueſten Fortſchritte der Daguerreotypie benutzt und Photographieen von 6 Fuß Durchmeſſer von dem Vollmonde nehmen laſſen; andere in noch größerm Maßſtabe zeigen gewiſſe ſogenannte Gebirgstheile. Auf dieſen getreuen Nachbildungen bemerkt man, daß die ganze Mondſcheibe von langen und ſchmalen glänzenden Streifen durchzogen iſt, welche in ununterbrochener Folge über die vermeinten Höhen und Thäler, Berge und Krater ziehen und den von den gegenwärtig herrſchenden Anſichten befangenen Aſtronomen natürlich nicht geringes Kopfzerbrechen machen. Vorausgeſetzt nun, daß das ſichtbare Bild des Mondes ein treues Bild der Mondoberfläche iſt, ſo muß doch aus jenen Streifen gewiß offenbar werden, daß der Mond kein ſo großer Körper iſt, wie man meint, daß es mit ſeinen Vertiefungen und Erhöhungen nicht ſo weit her iſt, daß man überhaupt in einem großen Irrthum ſchwebt, wenn man irdiſche Verhältniſſe auf dem Monde wieder zu finden meint. Jene Streifen ſind Glaſurſtreifen, wie man ſie auch an den Aerolithen findet; die lichtern und dunklern Stellen mögen auf Unebenheiten deuten, aber nicht auf ſolche, die wir Gebirge und Thäler nennen könnten; die vermeintlichen Krater ſind Blaſen, wie ſie an den Aerolithen häufig ſind. Mit einer ſolchen Anſchauung werden zwar Vielen lieb gewordene Phantaſieen in ein Nichts aufgelöſt, allein darum ſollte Niemand böſe werden, vielmehr jeder die Wahrheit höher achten, als die Dichtung.

Es mögen alſo jene alten griechiſchen Philoſophen, die den Mond als einen „hagelartig geronnenen Körper“ betrachteten, nicht

Digitized by Google

ſo ganz Unrecht gehabt haben. Was aber den Stoff des Mondes betrifft, ſo kommt es uns nicht zu, Folgerungen über denſelben aufzuſtellen. Nur mögen wir darin mit den alten Aegyptern ſtimmen, die ihn für ätheriſch anſahen, daß wir ihm die möglichſt wenigſte Dichtigkeit und Schwere zuſchreiben. Dafür ſprechen auch manche merkwürdige Erfahrungen, die man aber ſo viel wie möglich zu unterdrücken ſucht, damit ſie den Laien in der Aſtronomie nicht bekannt werden. Eine ſolche merkwürdige Erſcheinung erzählt Schröter (Aſtronom. Jahrb. 1798, S. 156), da beim Eintritt des Aldebaran, als er vom Monde bedeckt wurde, nach der Berührung am Mondrande plötzlich der Stern ſein gewöhnliches Licht verlor, als ein ſcintillirender Lichtpunkt ſichtbar blieb, nach drei Minuten wieder deutlicher, aber ſchon innerhalb des Mondrandes erſchien und nun nicht plötzlich verſchwand, ſondern allmählig verloſch. Daß man dergleichen nicht ſchon öfter bemerkt hat, liegt theils in der Unachtſamkeit der Aſtronomen, deren Köpfe nur mit ihren gehaltloſen Träumereien erfüllt ſind, theils darin, daß es überhaupt nur 18 Fixſterne erſter Größe gibt und nur vier derſelben vom Monde bedeckt werden können. Indeß ſieht man doch öfter in den dunklern Stellen der Mondſcheibe lichte Punkte aufleuchten, welche zu der Annahme von Vulkanen geführt haben — ob das nicht durch den Mondkörper leuchtende Fixſterne ſein mögen?

Auch der geiſterhafte Schein, welcher bei Sonnenfinſterniſſen entſteht, kann nur in den beim Durchgang durch den Mond modificirten Sonnenſtrahlen ſeinen Grund haben.

Nicht anders, als mit dem Monde, ſteht es mit den Planeten. Bei dem Durchgange des Merkur vor der Sonne, welchen Humboldt am 8. Nov. 1802 in Peru beobachtete (Kosmos III, 537), war er ſehr aufmerkſam auf die Umriſſe des Planeten während des Austritts, konnte aber nichts von einer Umhüllung bemerken. Die conſtanten Streifenſyſteme des Jupiter und Mars beweiſen ebenfalls nichts für eine Atmoſphäre, da dieſe unmöglich ſo conſtant ſein könnte, ſondern nur für eine Verſchiedenheit der leuchtenden (lichtbrechenden, oder wie man ſich ſonſt ausdrücken will) Kraft der Oberfläche. Dabei muß aber dieſe Verſchiedenheit auch wieder in beſtimmten Gränzen wechſelnd ſein, da Schwabe in Deſſau gefunden hat, daß die den Polen des Jupiter näher liegenden Streifen eine andere Rotation haben, als die der Aequatorialgegenden, womit denn die aus jenen Streifen berechneten Rotations-

Digitized by Google

zeiten dieses Planeten auch wieder in ein Nichts zerfallen. Eben so hat Schwabe gefunden, daß die dunklern, schärfer begränzten Flecken mehre Jahre hinter einander bald dem südlichen, bald dem nördlichen der beiden grauen, den Aequator begränzenden Gürtel besonders eigen waren, woraus also wieder folgt, daß der Prozeß der Fleckenbildung räumlich wechselt, ohne Aehnlichkeit mit einer Atmosphäre zu haben. Auch Pouillet sagt in seinem Lehrbuch der Experimentalphysik (übers. v. Schnuse, Bd. I, S. 349), daß die Erde allein eine Atmosphäre zu haben scheine, so wie Perty (Vorschule der Naturwissenschaften S. 82) gesteht, daß die Dunsthüllen, welche Manche um die kleinern Planeten gesehen haben wollen, nur in der Beschaffenheit der Fernröhre und unsrer Atmosphäre begründet gewesen zu sein schienen. Daher hätte man aber auch längst die Einzigkeit der Erde einsehen und erkennen sollen, daß sie ein ganz andrer Körper sein müsse, als die Planeten, daß sie mit diesen nichts gemein habe.

Eine seltsame Erscheinung nahm man 1761 und 1769 bei den Durchgängen der Venus vor der Sonne wahr. Die ganz eingetretene dunkle Venusscheibe trennte sich nämlich nicht sogleich, nachdem sie eingetreten war, von dem Sonnenrande, sondern man mußte fast eine ganze Minute, nachdem man die ganze Rundung der Venus in der Sonne gesehen, warten, ehe sie plötzlich vom Sonnenlicht umgeben in der Sonne stand oder vom Rande getrennt erschien; und eben so bemerkte man in Upsala, daß die ganz eingetretene Venus, indem sie tiefer in die Sonne vorrückte, noch immer am Rande hängend, länglich, als erstrecke sich eine wassertropfenartige Erhöhung bis an den Rand, eine geraume Zeit beobachtet wurde, bis endlich dieses die Venus mit dem Sonnenrande verbindende Band zerriß, und die Venus nun auf einmal $^1/_6$ oder $^1/_8$ ihres Durchmessers von dem Sonnenrande entfernt erschien. Auch beim Austritt war diese Erscheinung nicht so bestimmt, wie man etwa erwarten möchte; Wargentin und Andere sahen zwar das Verschwinden des letzten Lichtfadens, der die Venus noch vom Sonnenrande getrennt hatte, oder sein Zerreißen, als einen völlig bestimmten momentanen Vorgang, der indeß von Klingenstjerna mit einem stärkern Fernrohr 3 Secunden später wahrgenommen wurde; aber Mallet in Upsala sah beim Austritt der Venus den Sonnenrand als ausgebogen und konnte die Zeit, in der sich der Sonnenrand öffnete, nur mit Unsicherheit angeben. Vgl. Encke, die Ent-

Digitized by Google

fernung der Erde von der Sonne aus dem Venusdurchgange 1761 S. 101. Röst's Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus, Greifswalde 1763.

Was soll man aus diesen Erscheinungen folgern? Doch gewiß nur, daß die Venus nicht so weit von der Sonne entfernt ist, wie man nach dem Keplerschen Gesetze folgert, und daß die Natur von Sonne und Venus ebenfalls eine ganz andere ist, als man sich heutigen Tags denkt und nach Newtonscher Theorie berechnet.

Auch vom Jupiter und Saturn haben wir Beweise, daß sie keine festen Körper sein können, weil ihre Gestalt zu großen Veränderungen unterliegt. Indeß suchen die Astronomen mit Aufgebot aller Geistesschärfe diese Veränderungen zu erklären, ohne das System aufgeben zu müssen. So hat Herr J. Nasmyth in dem Edinb. new philos. Journ. t. LIV, Nr. 108 seine Conjecturen über den wahrscheinlichen gegenwärtigen Zustand der Planeten Jupiter und Saturn mitgetheilt, die er schon vorher der astronomischen Gesellschaft zu London zum größten Staunen der gelehrten Herren vorgetragen hatte und auch von l'Institut Nr. 1071, vom 12. Juli 1854 eiligst mitgetheilt waren. Es sind das aber die folgenden und auf die vulkanistischen Ansichten von unsrer Erde basirt. Wir lassen Herrn Nasmyth selbst sprechen:

„In meiner Denkschrift über die Structur und den Zustand der Oberfläche des Mondes habe ich einige Bemerkungen über die Abkühlung der Planeten gegeben. Wenn nämlich die Fähigkeit, die Wärme zurückzuhalten, von der Masse der Planeten abhängt, die Ausstrahlung der Wärme aber von der Oberfläche bedingt wird, und wenn die erstere wie der Kubus des Durchmessers des Planeten wächst, während die letztere nur im Verhältniß des Quadrats jenes Durchmessers zunimmt, so muß man finden, daß Planeten von einem so beträchtlichen Umfange, wie Jupiter und Saturn unendlich längere Zeit bedürfen, als die kleine Erde, um von dem ursprünglichen feurigflüssigen Zustande so weit abzukühlen, daß oceanische Massen dauernd auf sie niederfallen und auf ihren Oberflächen verweilen können."

Da hat denn Herr Nasmyth vergessen, daß 1) das Wärmeausstrahlungsvermögen auch von der Leitungsfähigkeit der Substanzen und der Gestaltung der Oberflächen abhängt, die doch beide kein Astronom hinsichtlich der Planeten zu kennen vorgeben wird; und

Digitized by Google

2) der Umfang der Planeten ebenfalls unbekannt ist. Er fährt aber fort, indem er auch noch die Annahmen der Vulkanisten als wahr und erwiesen annimmt und nicht zweifelt, daß die Erde ebenfalls ein Planet sei:

„Nehmen wir nun die Resultate, welche die geologischen Untersuchungen bezüglich des ursprünglichen feuerflüssigen Zustandes der Erde in einer so einleuchtenden Weise geliefert haben, als leitend an, um den Zustand aller andern Planeten zu erkennen, so müssen wir zu einem gewissen Gesetze geführt werden, welches uns den gegenwärtigen Zustand so gewaltiger Planeten, wie Jupiter und Saturn, kennen lehrt und gewisse Phänomene hinsichtlich ihres Aussehens erklärt.

„Wenn wir den ursprünglichen feuerflüssigen Zustand der Erde als erwiesen betrachten und sehr weit in die entfernten und ursprünglichen Epochen der geologischen Geschichte der Erde zurückgehen, so können wir einige Andeutungen über die Ursache jener schrecklichen Ueberfluthungen finden, deren vielfache Beweise uns durch die geologischen Phänomene geliefert werden. Wir erkennen dann, wie durch die Auflösung der vulkanischen Gesteine in jener Urzeit der Erde die Materialien zu der Erdrinde geliefert wurden und woher die Stoffe der nachherigen sedimentären Schichten kamen. Wenn wir uns nun in Gedanken in jene alte Zeit der geologischen Geschichte unsers Planeten zurückversetzen, wo die Temperatur der Oberfläche eine so hohe war, daß das Wasser in seiner tropfbaren Gestalt nicht auf derselben verweilen konnte, ihren Zustand von jener wasserlosen Periode bis dahin verfolgen, wo nach Verhältniß der Oberflächen-Erkaltung theilweise und vorübergehend der Ocean niedersinken konnte, welcher bis dahin nur in Gestalt einer ungeheuern Dunsthülle die Erde umschwebt hatte, so werden wir damit eine richtige Grundlage erhalten, nach welcher wir den gegenwärtigen Zustand des Jupiter und Saturn beurtheilen können. Ich bin nämlich zu der Annahme geneigt, daß bei diesen beiden großen Planeten die Abkühlung noch nicht bis zu dem Grade fortzuschreiten vermocht hat, daß ihre oceanischen Massen niedersinken könnten, diese vielmehr noch gleich einer großen Dampfwolke sie umschweben, deren stete Veränderungen aus den fortgesetzten fruchtlosen Versuchen dieser Dampfhülle, zu der noch siedenden Oberfläche der Planeten niederzusteigen, erklärt werden müssen.

Digitized by Google

„Kehren wir jetzt noch ein Mal zu jener ursprünglichen geologischen Geschichte der Erde zurück, als dieselbe von dem ganzen Wasser ihrer gegenwärtigen Ozeane in Dampfform umgeben war. Der äußere Theil dieser Dampfhülle muß in Folge seiner Wärme-Ausstrahlung in den Raum fortwährend in Form heißer Wolkenbrüche auf die glühende Erdoberfläche niedergestürzt sein. Dadurch mußten die furchtbarsten atmosphärischen Erschütterungen hervorgebracht werden, und als in den letzten Perioden dieses Zustandes der Dinge beträchtliche Portionen des spätern Ozeans als Wasserströme auf die erhärtete, aber noch dünne Erdkruste niedersanken, mußten die plötzlichen Zusammenziehungen, welche die Erde dabei erlitt, nothwendig von schauderhaften Veränderungen begleitet sein und zahlreiche Hervorquellungen der geschmolzenen Masse erfolgen. Die außerordentlichen Verwerfungen, welche die ersten niedergeschlagenen Schichten, wie Gneis und Glimmerschiefer charakterisiren, zeigen den Zustand der Dinge an, welcher in jener Periode bestanden haben muß, als der noch schwebende Ozean von der ihm streitig gemachten Erdoberfläche Besitz nehmen wollte.

„Wenn damals ein Beobachter vom Mars aus die geologischen Veränderungen unsers Planeten verfolgt hätte, so würde er, wie ich nicht zweifle“ — es scheint fast, als könne ein echter Vulkanist oder Copernicaner auch an den märchenhaftesten Dingen nicht zweifeln — „denselben Anblick gehabt haben, den uns gegenwärtig Jupiter gewährt, das heißt, während ihm der gegenwärtige Körper der Erde durch die umgebende Dampfhülle entzogen gewesen wäre, hätten sich ihm die unter diesem Schleier stattfindenden schrecklichen Convulsionen durch ähnliche Zeichen verrathen, wie wir sie auf der ganzen Oberfläche des Jupiter sehen; die Eruptionen der grausigen Vulkane, welche damals von unendlicher Gewalt gewesen sein müssen, hätten sich als weiße oder schwarze Flecken oder Streifen verrathen müssen, wie wir sie in der Aequatorial-Gegend des Jupiter sehen. Ich zweifle daher, daß wir je den Körper des Jupiter selbst gesehen haben, der uns gewiß noch für lange Jahrhunderte verborgen bleiben wird, nämlich so lange, bis er hinreichend abgekühlt ist, daß sein wogender Ozean bleibende Stätte auf seiner Oberfläche finden kann.

„Wenden wir diese Betrachtungen auf Saturn an, so erhält man, deucht mich, einiges Licht über die Ursachen, von welchen die auffallenden Veränderungen seiner Ringe begleitet werden. Wenn

Digitized by Google

Saturn auch noch so heiß ist, daß sein zukünftiger Ozean ihn gleich einer gewaltigen Dampfhülle umschwebt, dann ist es möglich, wenigstens scheint es mir so, daß ein Theil dieses Dampfs sich in Folge der besondern elektrischen Verhältnisse, in welchen diese Ringe in Bezug auf den Körper des Planeten stehen können, entferne, und daß bei dieser Entfernung der in den Zustand strenger Gefrierung übergehende Dampf von Zeit zu Zeit so erscheine, wie es der gespenstige Ring thut, außerdem aber der innere Theil des alten innern Ringes sich mit einer gewaltigen Eisdecke überziehe und so den bemerkenswerthen Wechsel veranlasse, welcher die Ringe auszeichnet."

Dabei hat Herr Nasmyth vergessen, daß nach den Berechnungen der Astronomen die Dichtigkeit Jupiters noch nicht $^1/_4$, die des Saturns etwa $^1/_8$ der Erddichtigkeit erreichen soll — folglich das Wasser dort nur luftförmig, die Wasserdämpfe von ungemeiner Feinheit sein können; — und dennoch dichte Dampfwolken, Schichten von Eis! Wer sollte da noch eine Möglichkeit sehen, die Widersprüche des copernikanischen Systems unter sich zu vereinigen?

Aber noch ein Astronom, der sich indeß nicht genannt, hat im London Athenaeum vom 17. Juni 1854 die Meinung von Eisringen um den Saturn aufgestellt. Er sagt S. 758 der genannten Zeitschrift: „Die innere Hitze Saturns mag eine so große sein, daß dadurch eine starke Verdunstung der auf seiner Oberfläche befindlichen Flüssigkeiten veranlaßt wird. Die Dämpfe erreichen eine Höhe, in welche des Planeten eigene Wärme nicht reicht, verdichten sich und gefrieren, da die Atmosphäre nicht hinreichend von den Sonnenstrahlen erwärmt wird, um sie in der leichtern Form von Wolken zu erhalten. Diese Verdichtung mag in einer solchen Höhe über des Planeten Oberfläche statthaben, daß dessen Attraction auf die verdichteten Dünste nicht mehr wirken kann" — was gewiß selbst den Attractions-Theoretikern zu stark sein möchte! — „und unter der combinirten Einwirkung ihrer centrifugalen Bewegung in der Richtung der Rotation des Planeten und der Attraction der Trabanten sich verbinden und einen Eisring bilden. Der so zuerst gebildete Ring minderte die Temperatur der Atmosphäre in seiner unmittelbaren Nähe, so daß stets neue Dunsttheile sich gefroren mit ihm verbinden und in geringern Höhen neue Ringbildungen vor sich gehen konnten. Auf solche Weise mag eine Auf-

Digitized by Google

einanderfolge von Ringen entſtanden ſein und die von den Herren Laſſell und Bond bemerkten Eigenſchaften haben."

Die beiden Herren wollen nämlich ein Flüſſigſein der Ringe entdeckt haben. Wer aber unbefangen dergleichen aſtronomiſche Entdeckungen lieſt, von denen wir eben etliche Pröbchen mitgetheilt haben, der muß wohl mit Andreas Wagner übereinſtimmen, daß ein Köhlerglaube dazu gehöre, den Anſichten der neuern naturwiſſenſchaftlichen Schule zu vertrauen.

Die vermeinten Ringe des Saturn ſind eine Täuſchung der Aſtronomen, welche dadurch bewirkt iſt, daß der Saturn ein unregelmäßiger Körper mit henkelförmigen Erweiterungen iſt. Die wechſelnden Fleckenbildungen, welche Saturn mit allen Körpern gemein hat, haben Bond zu der Annahme geführt, daß der Saturnsring aus drei getrennten flüſſigen Ringen beſtehe, aber dabei deren Anzahl ſich fortwährend ändere und ihre größte Menge in den normalen Bedingungen der Maſſe zwanzig nicht überſteigen könne. Nach Herrn Bond liegt die Kraft, welche den Schwerpunkt des Ringes beſtimmt, nicht in dem Planeten ſelbſt, ſondern in ſeinen Monden; und dieſe Monde, obgleich ſie den Ring fortwährend ſtören, erhalten ihn dennoch eben durch dieſe Störungen ſchwebend. Herr Otto Struve und Herr Bond haben neulich mit dem großen Teleſkop der Sternwarte zu Pulkowa den dritten Ring des Saturn unterſucht, deſſen Flüſſigkeit die Herren Laſſell und Bond entdeckten. Sie ſahen, wie ſie meinten, den dunkeln Zwiſchenraum zwiſchen dem flüſſigen Ringe und den beiden alten, und maßen die Abſtände; dann glaubten ſie an ſeinem innern Rande eine ſchwach erleuchtete Ecke zu bemerken, die ſie für den Anfang eines neuen Ringes hielten. Dieſe Aſtronomen ſind ferner der Meinung, daß der flüſſige Ring nicht von neuer Formation und auch keinen ſchnellen Veränderungen unterworfen ſei, und gelangten zu dem außerordentlichen Schluſſe, daß er ſich ſeit Huyghens Zeiten allmählig dem Saturnskörper genähert habe, daher wir früher oder ſpäter, vielleicht in einigen Dutzend Jahren, die Ringe mit dem Körper des Planeten vereint zu ſehen hoffen dürften.

So bliebe uns zuletzt nur noch übrig, Einiges über die Kometen zu ſagen. Wir können uns hier ſehr kurz faſſen, da wir wenig von ihnen wiſſen. Daß ſie weder aus feſtem, noch dunſtförmigem Stoffe beſtehen, ſondern reiner Lichtſtoff ſind, iſt bereits

Digitized by Google

anerkannt, weil man auch die kleinsten Sterne durch sie hindurch sieht. Jedenfalls sind sie ein überschüssiges elektrisches Licht des Himmelsgewölbes, welches über dasselbe entweder nach Westen oder nach Osten fortziehend, die verschiedenartigsten Veränderungen erleiden, wachsen oder abnehmen kann. An die Wiederkehr eines Kometen ist nicht zu denken, auch hat noch nie ein angeblich wiedergekehrter Komet dem frühern, welchen man als wiedergekehrt ansah, geglichen. Der Irrthum mochte dadurch noch befördert werden, daß kleinere Kometen fast fortwährend den Himmel überziehen, und die Astronomen daher in der Gegend, wo sie einen Kometen ernstlich suchen, ihn auch wirklich finden.

Vierzehnte Vorlesung.

Die Bewohnbarkeit der Himmelskörper. Astronomen der neuesten Zeit.

Wir erwähnten, daß man aus den Annahmen der neuern Astronomie gefolgert habe, die Himmelskörper seien bewohnt. Und man konnte auch zu keinen andern Folgerungen kommen. Sind die Planeten Körper gleich unsrer Erde, so müssen sie doch wohl zu gleichem Zweck da sein, wie diese letztere; ist die Sonne so außerordentlich groß, so muß doch der Raum auf ihr auch wohl mit organischen Wesen besetzt sein, und sind alle Fixsterne Sonnen, so können sie doch auch nicht zwecklos da sein, sondern müssen ebenfalls ihre Planeten haben, denen sie Licht und Wärme spenden. Es wäre ein Unsinn, sich zu denken, daß alle diese gewaltigen Körper nur der Erde wegen da sein könnten, etwa nur, um dem Menschen den Anblick eines schönen Nachthimmels zu gewähren.

Ganz anders gestalten sich die Dinge, wenn wir auf einen nüchternen Standpunkt zurücktreten. Sind die Fixsterne nur elektrische Funken, ist die Sonne eine Flamme, der Mond ein luftiges Gebilde, sind die Planeten vielleicht nicht viel größer, als wir dieselben erblicken, so kann natürlich von einer Bewohnbarkeit derselben keine Rede sein. Aber auch nach den eigenen Annahmen der modernen Astronomie muß diese Bewohnbarkeit schon zum Theil hin-

Digitized by Google

wegfallen. Wenn Merkur, Venus, Mond keine Atmosphäre haben, Jupiter und Saturn unten glühen und außerhalb von Eis umgeben sind — welcher Art müßten dann die organischen Wesen dort sein?

Dennoch hat man in neuester Zeit den Streit über eine „Mehrheit der Welten“ in England wieder mit Feuer geführt und das „Ausland“ hat in Nr. 1. vom J. 1855 eine Uebersicht von dem in diesem Streite zu Tage Geförderten gegeben. Es würde uns zu viel Raum hinnehmen, wollten wir auch nur kurz mittheilen, was man für und gegen die Bewohntheit der Himmelskörper in diesem neuen Streite vorgebracht hat, und wir wollen daher nur aus einer der Streitschriften eine Stelle mittheilen, welche zugleich zeigen mag, wie die Astronomen durch ihre Berechnungen Alles so zuzurichten verstehen, daß es für ihre Zwecke passend wird.

Es ist diese Streitschrift von dem berühmten Sir David Brewster und führt den Titel: „Mehr Welten, als eine, sind des Philosophen Glaube und des Christen Hoffnung.“ In derselben sagt der Verfasser über Jupiter und Saturn: „Leute, welche nur eine oberflächliche Kenntniß der Astronomie haben“ (die verbrauchte Redensart, durch welche man Einwendungen durch die Furcht, für einen oberflächlichen Kenner gehalten zu werden, fern hält), „dabei aber fest an eine Mehrheit der Welten glauben, haben die Kraft gewisser Einwendungen oder vielmehr Schwierigkeiten gefühlt, welche sich natürlich dem Forscher darbieten. Die Entfernung des Jupiter von der Sonne ist so groß, daß Licht und Wärme, welche er von diesem Lichtquell empfängt, als ungenügend erachtet werden, ein solches thierisches und pflanzliches Leben, wie es auf der Erde besteht, zu unterhalten. Wenn wir annehmen, daß die Wärme auf den Planeten ihre Ursache lediglich in den Sonnenstrahlen hat, so muß die Kälte auf dem Jupiter eine sehr heftige sein, und Wasser könnte auf seiner Oberfläche nicht in einem flüssigen Zustande bestehen. Seine Flüsse und Seen müßten Eisbahnen und Eisfelder sein. Aber die Temperatur eines Planeten hängt von andern Ursachen ab, — von den Bedingungen der Atmosphäre und der innern Hitze seiner Masse *). Die Temperatur unsers Erdballs

*) Nach den Berechnungen unsrer Astronomen hat aber die angenommene innere Hitze der Erde keinen Einfluß auf ihre äußere Wärme. Warum soll das also bei andern Planeten angenommen werden?

Digitized by Google

nimmt ab, ſo wie wir uns in die Atmoſphäre erheben und der Sonne nähern, und ſie nimmt zu, wie wir in die Tiefen der Erde hinabſteigen und uns von der Sonne entfernen. In dem erſtern Falle wird die Zunahme der Wärme, welche wir verſpüren, wenn wir aus der Höhe nach der Erde hinabſteigen, durch unſre Atmoſphäre veranlaßt; und die Atmoſphäre des Jupiter mag ſo beſchaffen ſein, daß ſie in einem gewiſſen Grade die Verminderung der directen Sonnenwärme ausgleicht, welche aus der Ferne des Planeten entſpringt. Im zweiten Falle mag Jupiters innere Hitze ſo ſtark ſein, daß ſeine Flüſſe und Seen in einem flüſſigen Zuſtande erhalten werden und eine Temperatur unterhalten, die genügt, eben ſolches animaliſches und vegetabiliſches Leben, wie auf unſrer Erde, zu begünſtigen. Wurden dergleichen Einrichtungen erfordert und getroffen, ſo kann das ſchwache Licht, das Jupiter von der Sonne erhält, durch dieſelben freilich nicht verſtärkt werden, allein was die Zwecke des Sehens betrifft, ſo mögen die Jupitersbewohner eine größere Pupille und empfindlichere Augennerven haben und dadurch befähigt ſein, ein eben ſo glänzendes Sonnenlicht zu ſehen, wie wir. Das ſchwache, von den Jupitermonden reflectirte Licht würde ihnen dann dem gleich erſcheinen, welches wir von unſerm Monde erhalten. Außerdem könnte ja ein ſtrahlendes phosphorescirendes Licht durch die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf jenen Planeten entwickelt werden. Eine andere Schwierigkeit iſt unnöthigerweiſe in der Kürze der Jupitertage gefunden. Ein Tag von 10 Stunden iſt ungenügend gefunden, die Periode der Ruhe zu gewähren, welche zur Erneuerung unſrer phyſiſchen Functionen nöthig iſt, wenn wir durch die Arbeiten des Tages erſchöpft ſind. Dieſer Einwurf hat jedoch keine Kraft. Fünf Stunden der Ruhe reichen ſicherlich für fünf Stunden der Arbeit aus. Eine ernſtere Schwierigkeit entſpringt aus der großen Kraft der Gravitation auf einem ſo rieſigen Planeten, wie Jupiter iſt. Die Schafte der Pflanzen, die Materialien der Gebäude, der menſchliche Körper ſelbſt würden, wie man ſich vorſtellt, von ihrem eignen Gewicht erdrückt werden. Dieſer anſcheinend furchtbare Einwand wird durch eine genaue Berechnung der Schwerkraft auf dem Jupiter oder das relative Gewicht der Körper auf ſeiner Oberfläche beſeitigt. Die Maſſe des Jupiter iſt 1230 Mal größer, als die der Erde, ſo daß, wenn beide Planeten aus derſelben Art von Stoffen beſtänden, ein auf der Erde 150 Pfund wiegender Menſch

Digitized by Google

dort 150 × 1200 oder 180,000 Pfund in einer Entfernung vom Centrum des Planeten, welche dem Halbmesser der Erde gleich wäre, wiegen würde. Da aber der Radius des Jupiter elf Mal größer ist, als der unsrer Erde, so wird das Gewicht der Körper auf seiner Oberfläche im Verhältniß des Quadrats dieses Radius vermindert werden, das heißt: im Verhältniß von 11 × 11 oder 121 zu 1. Wenn wir nun 180,000 Pfund durch 121 dividiren, so bekommen wir 1487 Pfund für das Gewicht eines Menschen, der auf der Erde 150 Pfund wiegen würde. Aber der Stoff des Jupiter ist weit leichter, als der unsrer Erde, und zwar im Verhältniß von 24 zu 100, so daß wir statt jener 1487 Pfund nur 312 Pfund bekommen, und Menschen von solchem Gewicht gibt es auch auf unsrer Erde. Folglich können Menschen, die so construirt sind, wie wir, Pflanzen, Bäume und Gebäude, wie wir sie auf unsrer Erde antreffen, eben sowohl auf dem Jupiter existiren."

So hat denn Sir David mit merkwürdiger Geschicklichkeit die Wirkungen der Gravitation wieder hinweggerechnet und es ist vorbei mit den Riesen, welche nach Huyghens und Voltaire den Jupiter und Saturn bewohnen sollen und zu deren Messung Meilenstäbe erforderlich wären.

Wer dergleichen Dinge mit dem kindlichen (oder Köhler-) Glauben liest, mit welchem unsre Zeit die Resultate der modernen Astronomie aufnimmt, der muß staunen über die Forschungen der Astronomen, muß die Astronomie wirklich für eine Königin unter den Wissenschaften halten und die größte Ehrfurcht vor den Gelehrten bekommen, die uns mit solcher Bestimmtheit über alle Verhältnisse in den Himmelsräumen belehren können, während die tägliche Erfahrung uns lehrt, daß der menschliche Verstand in Bezug auf die uns umgebenden irdischen Dinge nirgends unfehlbare Schlüsse machen kann. Wenn man aber mit Ruhe nachdenkt und weiß, auf welche Weise die Astronomen ihre Hypothesen aufbauten, wie sie aus den unsichersten Annahmen die Basis zu dem Gebäude ihrer Conjecturen machten, dann muß man wieder staunen, wie auf Bildung Anspruch machende Männer mit solcher Keckheit bloße Phantasieen als ausgemachte Wahrheiten vortragen können. Was wissen wir von der Größe des Jupiter? was von den Gesetzen der Schwere? was über deren Abhängigkeit von der Entfernung vom Mittelpunkt eines Weltkörpers? was von der Länge der Jupierstage? was von der Dichtigkeit der Himmelskörper? Welcher Wi-

Digitized by Google

derſpruch liegt nicht ſchon darin, daß die Schwere ſo viel bedeutender auf dem Jupiter ſein ſoll und doch nicht bewirken kann, daß ſeine Maſſe dichter ſei, als diejenige der Erde? Hätten ſich die Aſtronomen die Mühe gegeben, mit etwas geſundem Menſchenverſtand die Reſultate ihrer Berechnungen unter ſich zu vergleichen, ſo hätten ſie ſofort finden müſſen, daß alle ihre Rechnungen nur Irrthümer wären.

Aber ohne zu denken, bauten ſie fort auf dem Copernicus-Kepler-Newtonſchen Syſteme, und je weniger ſie dachten, je blinder ſie in der Vorgänger Fußtapfen traten, deſto mehr wurden ſie gefeiert. Namentlich ſtand während des 18. Jahrhunderts die Aſtronomie in England in hohem Anſehen. Dort verbeſſerte auch Dolland die Ferngläſer, und W. Herſchel (ein Teutſcher, aber in England lebend) nebſt ſeiner Schweſter und ſeinem Sohne beobachteten den Himmel mit ſelbſtverfertigten Inſtrumenten von einer früher ungeahnten Kraft.

Etwas ſpäter finden wir Frankreichs Aſtronomen in gleicher Art thätig. Meſſier beobachtete mit Eifer die Kometen; die beiden Lalande verfaßten gegen Ende des Jahrhunderts die Histoire celeste, ein noch heute geachtetes Werk. Ferner waren es Franzoſen, welche zuerſt ernſtlich verſuchten, durch Gradmeſſungen die Geſtalt der Erde zu beſtimmen, und blieben auch dieſe Verſuche erfolglos, ſo war doch auch das wieder ein Vortheil für die wahre Erkenntniß, denn es wurde dem Menſchen klar, wie lückenhaft ſein Wiſſen und mangelhaft ſein Können.

In Teutſchland zeichneten ſich Bode und Tobias Mayer, letzterer in Göttingen, aus. Mayer lieferte ein ausgezeichnetes Fixſternverzeichniß, brauchbare Mondtafeln und eine Mondcharte, die auf wirkliche Meſſungen gegründet war. Auch viele Privatperſonen waren bemüht, durch eigne Beobachtungen die Wiſſenſchaft zu bereichern, und noch jetzt beſteht in Teutſchland eine nicht geringe Zahl kleiner Privatſternwarten, obgleich einige, wie die des Grafen Hahn zu Remplin und Schröters zu Lilienthal, eingegangen ſind. Gegen Ende des Jahrhunderts machte der Freiherr von Zach ſeine zahlreichen Ortsbeſtimmungen mit einem Inſtrument, welches er zuerſt zu dieſem Zweck im Großen benutzte, dem Sextanten. Bürg, Olbers u. A. machten in der theoretiſchen und praktiſchen Aſtronomie zahlreiche Arbeiten, und die Aſtronomie fand eine An-

Digitized by Google

nerkennung und Verbreitung, die sie bis dahin nie und nirgends gefunden hatte.

Schweden, Dänemark, Italien und Rußland blieben nicht zurück: Wargentin, Bugge, Carlini, Wisniewsky u. A. waren als Beobachter und zum Theil auch als Theoriker für Erweiterung der Wissenschaft in ihrer Art thätig.

Das 19. Jahrhundert begann schon in seiner ersten Nacht mit einer der wichtigsten Entdeckungen. Piazzi, der damals Beobachtungen zur Anfertigung seines neuen Fixsternkatalogs machte, traf auf ein unrichtiges Citat Wollastons, wollte den Irrthum am Himmel selbst berichtigen und entdeckte den Planet Ceres. Bisher hatte man nur die ältern und größern Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und den am 13. März 1781 von Herschel entdeckten Uranus gekannt. Jetzt begann nun eine Reihe von Entdeckungen, welche längst gegründete Zweifel gegen das copernicanische System hätten erregen sollen. Schon hinsichtlich der ältern Planeten war es leichter, ihre Bahnen auf die Erde, als sie auf die Sonne zu beziehen, weil die Mitte dieser Bahnen, gleich wie die Mitte der Bahnen von Sonne und Mond, in oder doch nahe an einen Punkt fällt, den man als den wahrscheinlichen Mittelpunkt der Erde betrachten kann, während dagegen, auf die Sonne bezogen, die Mittelpunkte der Bahnen jener Körper in so weiter Zerstreuung umherfallen, daß man zu den wunderlichsten Erklärungen seine Zuflucht nehmen mußte. Die Kometenbahnen haben gleichfalls die Erde als Centrum, müssen dagegen als Parabeln gedacht werden, will man sie auf die Sonne beziehen, und die Planetoiden, deren Entdeckung mit Ceres begann und deren man gegenwärtig bereits 36 kennt, stehen in der Mitte zwischen Kometen und Planeten. „Ein luftig Gesindel," wie sie Schubert nennt, ordnen sie sich gleichwohl trefflich um die Erde, aber so wenig um die Sonne, daß Mädler schon damals, als erst 8 Stück derselben entdeckt waren, sich zu dem Geständniß genöthigt sah (Astronomie, 4. Aufl. S. 213), daß die „Berechnung ihres Laufes weit größere Schwierigkeiten darbiete, als bei den ältern Planeten, ohne gleichwohl eine ähnliche Genauigkeit zu gewähren." Seit aber 36 Planetoiden bekannt sind und ihre auf die Sonne bezogenen Bahnen die seltsamsten Verschiebungen und Verschlingungen darbieten, den lautesten Protest gegen das copernicanische System erheben, sind jene Schwierigkeiten, von denen Mädler spricht, noch größer und

Digitized by Google

unüberwindlicher geworden, während sie doch sofort verschwinden würden, wenn man ein geocentrisches System, das h. die Erde als Mittelpunkt annähme, denn in derselben Weise, wie Sonne, Mond und Planeten, umwandeln auch sie die Erde, nur daß sie weiter nach Süden und Norden abweichen.

Innerhalb sechs Jahren folgten auf die Entdeckung der Ceres noch die Entdeckungen der Juno, Vesta und Pallas, sämmtlich von Olbers oder doch durch ihn veranlaßt. Olbers war überhaupt in jener für Teutschland traurigen Zeit fast der Einzige, der noch in unserm Vaterlande für Astronomie thätig war, besonders nachdem Schröter's schönes Observatorium durch die Franzosen unter Davoust den Flammen geopfert war und der Schmerz über diesen Verlust Schröters Tod herbei geführt hatte. 1810 wurde die Sternwarte in Königsberg neu ausgerüstet und Bessel zu ihrem Director berufen, dessen Zonenbeobachtungen (75,000 einzelne Bestimmungen) für den größten Theil des in unsern Gegenden sichtbaren Himmels die Oerter der Sterne bis zur 9. Größe herab angeben. Eben so thätig war Gauß in Göttingen, der aber in den letzten Wochen seines Lebens (zu Anfang des Jahres 1855) noch gegen den Verfasser dieses Werks beklagte, einer geocentrischen Betrachtung der Astronomie zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet zu haben. Die vortreffliche Methode der kleinsten Quadrate, die in alle Bestimmungen der Astronomie die möglichste Sicherheit und Genauigkeit brachte, die hanoversche Gradmessung und andere damit zusammenhängende Arbeiten, unsre gegenwärtige Kenntniß des Erdmagnetismus und die Form der dazu dienenden Beobachtungen — dieß und vieles Andere ist sein Werk. — Auch des schon erwähnten Olbers Thätigkeit war von langer Dauer. Auf dem Dachboden seines Hauses in der Sandgasse zu Bremen, und nur mit den unscheinbarsten Hilfsmitteln ausgerüstet, machte er Entdeckungen, die seinen Namen unsterblich machten, und endete seine Beobachtungen erst, als ihn die Schwäche des Alters an das Zimmer fesselte.

Ein anderer gefeierter Astronom war Bode in Berlin, der 1826 starb, nachdem er fast sechszig Jahre als astronomischer Schriftsteller thätig gewesen war. Auch die Thätigkeit des ziemlich vorurtheilsfreien von Lindenau fällt in die ersten Decennien dieses Jahrhunderts.

Noch mehr aber, als die Astronomen leisten konnten, weil ihre Erkenntniß durch die Fesseln des Copernicanismus gelähmt wurde,

Digitized by Google

leiſteten die teutſchen Mechaniker und Optiker. Reichenbach, Repſold, Ertel, Piſtor, Oertling haben die Genauigkeit und Feinheit der Theilung, die Sicherheit und Leichtigkeit der Bewegung, die Feſtigkeit der Aufſtellung aſtronomiſcher Werkzeuge auf das Aeußerſte getrieben; Frauenhofer hat die Achromate gleichſam neu geſchaffen, ſo wie durch ihn das mikrometriſche Meſſen unvergleichbar bequemer und genauer geworden, und er zuerſt eine richtige und erſchöpfende Theorie der Ferngläſer gegeben hat. Steinheil in München lehrte die Lichtſtärke der Geſtirne meſſen und ließ ſeine Inſtrumente Sternkarten zeichnen. Jürgenſen, Steſſels, Tiede haben die Vervollkommnung der Uhren auf einen ſolchen Grad getrieben, daß man jetzt durch Chronometer-Expeditionen ſichrer, als auf jedem andern Wege die Längenunterſchiede gewinnt.

In Rußland zeichnete ſich Struve in Pulkowa aus, der auch die liefländiſche Gradmeſſung ausführte. Bemerken müſſen wir hier, daß die 1838 vollendete Sternwarte Pulkowa die erſte aller gegenwärtig beſtehenden iſt und eine überaus reiche Ausſtattung beſitzt, wie denn auch in keinem Lande größere Mittel auf die Bildung verwandt ſind, als ſeit einem Jahrhundert in Rußland.

Skandinavien beſitzt Sternwarten in Upſala und Chriſtiania, aber ſein umwölkter Himmel iſt den Beſtrebungen der Aſtronomen wenig günſtig. Dänemark hat Sternwarten in Kopenhagen und Altona, und man iſt dort in ſteter rüſtiger Thätigkeit. Holland vernachläſſigt die Aſtronomie ſehr. Indeß beobachtete Moll am 5. Mai 1832 den Merkursdurchgang, und von Leyden ſind einige Beobachtungen von Doppelſternen, Kometen ꝛc. ausgegangen. Belgien beſitzt in Brüſſel eine ſehr ſchön gelegene, noch unter der niederländiſchen Regierung gegründete Sternwarte, deren Direktor der thätige Quetelet war.

Beſonders reichliche Mittel wurden den Aſtronomen in England gewährt, ſo wie auch Privat-Sternwarten in keinem Lande in größerer Menge zu finden ſind. Unter den Männern, welche dort wirkten, nennen wir Pond, der bis 1836 Director der königlichen Sternwarte zu Greenwich war, ſeinen Nachfolger Airy, den Berechner des Nautical Almanac Stratford und den Präſident der Astronomical Society Baily. Am bekannteſten iſt aber Wilhelm Herſchel, deſſen 40füßiges Rieſenteleſkop aber ſchon ſeit 1799 nicht mehr zu Berechnungen diente, und deſſen Sohn John

Digitized by Google

Herſchel. Viel Aufſehen machte auch das 53füßige Rieſenteleſkop des Lord Roſſe, zu welchem ein 7000 Pfund ſchwerer und 6 Fuß im Durchmeſſer haltender Metallſpiegel gehört. Von England ging auch faſt Alles aus, was in neueſter Zeit außerhalb Europa für Aſtronomie geſchehen iſt. Die Sternwarten zu Madras, Paramatta, auf dem Cap, der Inſel St. Helena u. a. ſind von Briten gegründet und werden von Briten geleitet; Dunlop, Henderſon und Maclear, ſo wie der bereits genannte John Herſchel, der von 1833—1837 in Feldhauſen am Cap beobachtete, haben uns mit den Einzelheiten des ſüdlichen Himmels bekannt gemacht; in Trevandrum, wo der Radſchah von Travancore eine ſchöne Sternwarte errichtet hat, wirkte John Caldecott.

Auch in Amerika herrſcht eine rühmliche Thätigkeit.

In Frankreich war der durch ſeine Histoire céleste berühmte Lalande 1807 geſtorben, und Bouvard kam an ſeine Stelle als Director der pariſer Sternwarte. Wir verdanken ihm neue Planetentafeln. Arago's vielſeitige Thätigkeit war eine Reihe von Jahren vorzugsweiſe der Aſtronomie zugewandt, und er hat durch ſeine zahlreichen Schriften vielleicht unter allen lebenden Aſtronomen am Meiſten gethan, die herrſchenden Ideen vom Weltall in das Volk einzuführen.

Einen großen Ruf erwarb ſich Laplace durch ſeine Theorie über die Entſtehung des Sonnenſyſtems. Bei dem urſprünglichen Zuſtande, lehrte er, rollte die Sonne um ihre Axe, umgeben von einer Atmoſphäre, welche vermöge ihrer ſehr hohen Temperatur, eines enormen Hitzgrades, ſich weit über die Bahnen aller Planeten hinaus erſtreckte. Die Planeten exiſtirten alſo damals noch nicht. Die Hitze verminderte ſich allmählig, die Sonnen-Atmoſphäre zog ſich durch die Abkühlung zuſammen, und immer mehr wuchs, den Geſetzen der Bewegung entſprechend, die Schnelligkeit ihrer Umwälzung. Aeußere Dunſtzonen riſſen von ihr los, indem die Central-Anziehung nicht mehr im Stande war, der verſtärkten Schwungkraft zu widerſtehen; die Dunſtzonen zerbrachen, die Maſſen einer jeden vereinigten ſich gewöhnlich wieder zu einer, welche ſich ſodann um die Sonne bewegte. Dieſe Dunſtkörper nahmen dann jeder ſeine eigene Umwälzung an, und da immer noch weitere Abkühlung des Dunſtes vor ſich ging, wurde jeder zu einem Planeten. Und dieſer konnte wieder in ähnlicher Weiſe Trabanten und Ringe

Digitized by Google

in seinem noch dunstförmigen Zustande von sich abschleudern, welche in ihrer Individualität das Mutter-Sphäroid umkreisten.

Sollte man es glauben, daß eine so unsinnige Dichtung von der gelehrten Welt mit Beifall habe aufgenommen werden können!

Allein solche Theorieen sind stets von Frankreich ausgegangen. Hat man doch erst in neuester Zeit wieder von dem Franzosen Foucault einen Beweis für die Rotation der Erde erhalten, den wir leider! — es dauert uns Papier und Zeit — genauer beleuchten müssen, da er zahlreiche Gläubige gefunden hat, welche der Meinung sind, daß nun endlich, nach dreihundertjährigen fruchtlosen Bemühungen, der Beweis für die Umdrehung der Erde gefunden sei.

Funfzehnte Vorlesung.

Foucault's Beweis für die Umdrehung der Erde.

Die Axendrehung ist aus physikalischen Gründen eine Unmöglichkeit, weil man deren Folgen an dem Wasser und an der Luft wahrnehmen müßte; der angenommene jährliche Umlauf der Erde um die Sonne ergibt sich, wie wir vielfach gezeigt haben, auch aus astronomischen Gründen als eine Unwahrheit. Das wissen auch die Sternkundigen recht wohl, allein sie haben durch Jahrhunderte fortgesetzte Beobachtungen das copernicanisch-keplerisch-newtonsche System so weit ausgebildet, daß sie manche Erscheinungen aus demselben ziemlich erklären können — denn eine vollkommen genügende Erklärung wird nach einem falschen Systeme nie möglich sein. Sie haben Unmassen mathematischer Formeln behufs der einzelnen Berechnungen erfunden, manche Nacht geopfert, nicht zu zählende Tropfen sauern Schweißes vergossen; sie haben das Staunen der Nicht-Astronomen erregt und den Nimbus des Wunderbaren um sich gesammelt; sie haben durch vereinte Anstrengungen eine stolze Burg erbaut, deren Zugänge den Nicht-Geweihten durch Drachen mit langen Zahlenschwänzen verwehrt werden; — sollen sie nun das Alles mit einem Male aufgeben? Sollen sie, deren hehre Kenntniß von einer abergläubischen Welt angestaunt wird, bekennen, daß sie Narren waren, daß ihr ganzes Wissen nur Lug

Digitized by Google

und Trug sei? Sollen sie, die Götzendiener der Neuzeit, welche den Weihrauch der höchsten Lobpreisungen auf den Altären der stolzen „Königin Astronomie“ verbrannten, ruhig ansehen, wie diese Altäre in ein Nichts zerfallen? Sollen sie sich etwa selbst aus den äußersten Höhen der Achtung in die dunkelsten Tiefen der Verachtung hinabstürzen?

Aber sie fühlen es recht wohl und haben es stets gefühlt, daß ein scharfes Damokles-Schwert über ihren Häuptern hänge. Daher haben sie stets nach Beweisen gesucht, durch welche die Bewegung der Erde dargethan werden könne. Gleichwie der Mörder in den Stunden, in welchen sein Gewissen wacht, mit Todesangst nach Beweisen ringt, daß seine That keine Sünde gewesen sei und er Entschuldigungsgründe für sich habe; eben so haben die Astronomen sich stets zu überreden versucht, daß die Erde sich dennoch wirklich drehen könne, und daß sich für diesen Fall sichtbare und fühlbare Beweise auf unsrer Erde finden müßten. Und sie glaubten der Beweise schon gar manche gefunden zu haben, mußten aber stets wieder bekennen, daß dieselben nichts, oft sogar das Gegentheil bewiesen — und die Sisyphus-Arbeit begann von Neuem.

Groß war daher die Freude, als sie in einer in neuester Zeit von Foucault beobachteten Abweichung der Pendel einen Beweis für die Rotation der Erde gefunden zu haben glaubten. Jeder rechnete und experimentirte, so daß es ein Riesenwerk sein würde, die zahllosen, namentlich von teutschen, französischen und englischen Mathematikern gemachten Versuche, die Theorie der Pendelbewegung mathematisch zu begründen, mit einander zu vergleichen, und man nur bedauern kann, daß so viel Geist vergebens verschwendet ist; Alle verschlossen absichtlich die Augen, um die Widersprüche des Experiments mit der Theorie nicht zu erblicken. Aber diese Widersprüche waren oft so leuchtend, daß sie auch durch die geschlossenen Augenlider den Sehnerv trafen. Und es wurde von Neuem gerechnet, es wurden alle Factoren in der Berechnung beachtet, um zu versuchen, ob es nicht gelingen wollte, den Beweis zu begründen.

Schon im siebzehnten Jahrhundert bemerkten die Mitglieder der Accademia del Cimento in Florenz, welche sehr viele Versuche mit Pendeln anstellten, die Abweichung derselben von ihrer anfänglichen Schwingungsebene, und Herr Antinori in Florenz theilte Herrn Arago brieflich eine Stelle aus den ungedruckten Hand-

Digitized by Google

schriften Viviani's mit, in der es heißt: „Wir beobachten, daß alle Pendel von den ersten Verticalen abweichen, und zwar immer in derselben Richtung nach den Linien AB, CD, EF u. s. w. von der Linken zur Rechten.“ Einer beigefügten Figur zufolge sind diese Linien die successiven Lagen eines Kreisdurchmessers, der um den Mittelpunkt schraubenförmig gedreht wird. Eine Folgerung wurde jedoch damals aus der Abweichung der Pendel nicht gezogen.

Dann wurde 1750 von de Grante (Collect. acad. XI, 132) wieder die Abweichung der Pendel bemerkt und die Meinung aufgestellt, daß das Pendel der Bewegung der Sonne folge. Es ist immerhin möglich, daß de Grante der Wahrheit näher war, als unsre neuern Physiker, obwohl wir dabei bemerken müssen, daß auch Tyndall und Wartmann (l'Institut, Nr. 924, p. 303) die Frage angeregt haben, ob nicht durch die Bewegung des Pendels magnetoelektrische Ströme inducirt würden und solche Ströme einen Einfluß auf die Bewegung des Pendels ausüben könnten. Dieser Bemerkung war auch Ritter in München sehr nahe, der zu Anfang dieses Jahrhunderts fand, daß ein über dem Nordpol eines Magneten schwingendes Pendel von der Linken zur Rechten, ein über dem Südpol eines Magneten schwingendes Pendel dagegen von der Rechten zur Linken abweiche. Pfaff (in Gehlers phys. Wörterb. III, 777) erzählt, daß Ritter diese Erscheinung 1807 entdeckte.

Hundert Jahre nach de Grante (1851) wurde Leon Foucault in Paris auf die Abweichungen der Pendel wieder aufmerksam. Er sagte, daß jedes Pendel nach Rechts abweiche, und behauptete, es komme das daher, weil die Erde unter dem Pendel fortrücke, die Schwingungsebene des Pendels im Raume aber unverändert bleibe, wegen der Trägheit der Materie. Man beachtete nicht, daß man den Gegnern des Copernicanismus damit in die Hände arbeite. Diese, z. B. Dispek, der Verfasser des Apostata Copernicanus und Andere, hatten schon gesagt, wenn ein Adler sich von seinem Neste erhebe und in bedeutender Höhe an einem und demselben Punkte schweben bliebe, so würde er sein Nest nicht wieder finden können, weil die Erde mit einer so großen Geschwindigkeit unter ihm hinwegeilte, daß er nicht nachfolgen könne. Ein in Ungarn emporgeflogener und einige Zeit in der Luft gebliebener Adler z. B. würde in Frankreich wieder nieder kommen, eben wegen der Trägheit der Materie. Es wurde diesen Leuten mit Recht entgegnet, daß, wenn die ganze Luftschicht sich mit der Erde drehe, noth-

Digitized by Google

wendig auch die in derſelben ſchwebenden Vögel, Luftballons ꝛc. gleichmäßig dem Laufe der Erde folgen müßten, und nun treten die gelehrten Phyſiker unſrer Tage mit gleichen ſchartigen Waffen auf und ſagen, die Schwingungsebene der Pendel bliebe wegen der Trägheit der Materie zurück. Ehe ich ihnen zugebe, daß das Pendel unberührt von einer Umdrehung der Erde bleiben könne, müſſen ſie den alten Anti-Copernicanern zugeben, daß auch andre in der Luft ſchwebende Körper, als Vögel und Luftballons, von der Erdbewegung unberührt bleiben — und dann ſtehen wir wieder auf auf dem alten Punkte.

An dergleichen dachten aber unſre Phyſiker natürlich nicht, denn ihr Streben ging nur dahin, den endlich gefundenen vermeintlichen Beweis für die Erdumdrehung zur Geltung zu bringen. Im Grunde blieb Foucault ſelbſt den Beweis für die Abweichung des Pendels in den Gegenden zwiſchen dem Pol und dem Aequator ſchuldig. Nachdem er ausführlicher gezeigt hatte, daß die Schwingungsebene des Pendels unabhängig von den Veränderungen (Drehungen) des Aufhängepunktes ſei, folglich ein ſchwingendes Pendel auch von der Axendrehung der Erde unberührt bleiben und im Weltraume ſtets die gleiche Lage behalten werde, die beobachtete Abweichung deſſelben alſo nur eine ſcheinbare und Folge (Beweis) davon ſei, daß die Erde unter ihm hinwegrückte, — ſo verſuchte er den Beweis, daß das Experiment in ſeiner ganzen Reinheit unter dem Pole gelingen müſſe, weil dort die Erde in 24 Stunden eine vollſtändige Umdrehung unter der ſich gleichbleibenden Schwingungsebene des Pendels machen müſſe, wovon ſich aber freilich Niemand überzeugen kann, da bis jetzt die Straßen nach den Polen in einem noch zu ungangbaren Zuſtande ſind. Hierauf bemerkt er, daß ſich die Erſcheinung in unſern Breiten durch ein etwas ſchwer zu beurtheilendes Element complicire, weil die Horizontal-Ebene eine immer ſchiefere Richtung gegen die Erdaxe und die Verticale annehme, woraus eine Verzögerung der ſcheinbaren Bewegung der Schwingungsebene entſtehe, bis dieſe Bewegung unter dem Aequator zu Null werde und in der ſüdlichen Halbkugel ihre Richtung umkehre. Um das Geſetz zu beſtimmen, nach welchem ſich die Bewegung unter verſchiedenen Breiten ändere, müſſe man mathematiſche und mechaniſche Betrachtungen zu Hilfe nehmen, die mit der beſchränkten Ausdehnung der von ihm angegebenen Mittheilung nicht verträglich wären, daher er ſich mit der Angabe begnügen

Digitized by Google

müſſe, daß bei Vernachläſſigung gewiſſer ſecundären Erſcheinungen zwei Methoden übereinſtimmend bewieſen, daß die Winkelbewegung der Schwingungsebene des Pendels gleich ſei der Winkelbewegung der Erde in derſelben Zeit, multiplicirt mit dem Sinus der geographiſchen Breite.

Eine allgemeine Begeiſterung ergriff die copernicaniſch geſinnten Gelehrten. Man ſtaunte, daß es dem großen Geiſte Leon Foucaults endlich gelungen ſei, uns die Bewegung der Erde ſichtbar zu machen. Das gab Artikel in Zeitſchriften, Stoff zu kleinen Büchern, Gelegenheit, um als fahrender Experimentator von einer Stadt zur andern zu ziehen und der lieben Schuljugend für einige Groſchen oder Kreuzer mehr oder mindere alberne Vorträge zu halten, damit Niemand mehr bezweifle, was man ja ſchon längſt geglaubt hatte, daß die alte Mutter Erde drehend ſei. Beſonders angelegen ließen es ſich aber die Herren Mathematiker ſein, die Theorie der Pendelabweichung durch ſcharfſinnige Rechnungen zu erweiſen, wobei man ſich freilich wenig um die Ergebniſſe des Experiments kümmerte, denn dieſes wollte nirgends ſtimmen, daher die fahrenden Experimentatoren die „directen und indirecten Störungen“ erfanden, um die gläubigen Zuſchauer in ihrem Vertrauen nicht wankend zu machen. Genug, daß die Mathematik bewies, wie das Experiment ausfallen müßte, und daran hat ſich alle Welt längſt gewöhnt, daß die Geſetze der Natur durch die Mathematik beſtimmt werden.

Man experimentirte allenthalben in Frankreich, England, Teutſchland, Rußland — ſelbſt in Amerika, aber man verwarf die ungenügend oder widerſprechend ausgefallenen Experimente und ließ nur die als gelungen gelten, welche mit der mathematiſch berechneten Theorie einigermaßen ſtimmten. Wer abweichende Reſultate erlangt hatte, ſchwieg beſchämt, denn man würde ja doch nur die Achſeln über ſeine Ungeſchicklichkeit oder über ſeinen mangelhaften Apparat gezuckt haben.

Aber trotz dieſem vorſichtigen Schweigen konnte es doch nicht fehlen, daß manchmal namentlich bei öffentlich angeſtellten Verſuchen ein „Hem! hem!“ und ein „Schütteln des Kopfes“ ſich kund gab, ſo daß die Mathematiker, um die Ehre des Pendels zu retten, zu neuen Berechnungen gezwungen wurden. Hatte Foucault ſogar von der fortſchreitenden Bewegung der Erde um die Sonne abgeſehen, „da dieſe auf die nachzuweiſende Erſcheinung ohne Einfluß ſei,“

Digitized by Google

ſo baſirten ſeine Nachfolger ihre Berechnungen gar bald nicht mehr auf die Vorausſetzung allein, daß die Erde ſich um ihre Axe drehe, ſondern auch darauf, daß ſie ein Sphäroid ſei; und da die Ergebniſſe der Experimente noch immer nicht mit der Theorie ſtimmen wollten, ſo zog man die Fortbewegung der Erde um die Sonne, das Fortrücken des geſammten Sonnenſyſtems im Weltraume, den Widerſtand der Atmoſphäre, die Centrifugalkraft, die Anziehung der Sonne und des Mondes, die Schwerkraft der Erde, den Widerſtand des Drahtes, an welchem die Pendelkugel aufgehängt war, die Rotation dieſer letztern um eine Axe, welche durch den Schwerpunkt und den Aufhängungspunkt des Pendels geht, mit in Berechnung, berückſichtigte die aus dieſen Factoren hervorgehenden Correctionsfactoren und erlangte damit doch immer nur Theorieen, deren Nichtigkeit ſich offen ergeben würde, wenn alle Experimentatoren redlich die von ihnen erlangten abweichenden Reſultate bekannt machten. So fand Bunt (über deſſen in der St. Nicolaskirche zu Briſtol angeſtellte Pendulum experiments s. Phil. mag. I, 552; II, 37. 81. 158), daß ein eiſernes Gewicht als ſchwingendes Pendel die ſonderbarſten Anomalieen und Ablenkungen gab, die für daſſelbe Azimuth zwiſchen 4° und 12° ſtündlich ſchwankten. Hat aber die Pendelabweichung den von den Aſtronomen angenommenen Grund, ſo ſieht man doch wahrlich nicht ein, warum ein Unterſchied daraus hervorgehen ſoll, ob das Pendel durch ein eiſernes oder ein meſſingenes Gewicht gebildet wird. Auch aus dem was Cox über ſeine Verſuche mit zwei Pendeln mitgetheilt hat (ſ. the Athenaeum 1851, p. 504. Bull. de la soc. de l'enc. 1851, p. 584), geht unwiderleglich hervor, daß verſchiedene Pendel verſchiedenartig abweichen, oder, was nach Anſicht der Pendelleute auf daſſelbe hinauskommen würde, daß die Erde unter den verſchiedenen Pendeln mit verſchiedener Geſchwindigkeit hinwegläuft. Herr Cox benutzte nämlich zur Anſtellung des Foucaultſchen Verſuchs zwei Pendel, die weit genug von einander entfernt waren, um ſich beide frei bewegen zu können. Die Gewichte waren durch einen Faden verbunden; dieſer wurde verbrannt, und die beiden Pendel begannen nun ihre Bewegung in derſelben Verticalebene. Wenn ſich alſo das Auge des Beobachters in derſelben Ebene befand, ſo ſchienen die beiden Aufhängedrähte zuſammenzufallen, indem der eine den andern verdeckte. Aber nach kurzer Zeit veränderte ſich der Weg der beiden Pendel ſichtlich. Die Drähte deckten ſich nicht

Digitized by Google

mehr; man sah, wie sich dieselben von einander entfernten und sich durchkreuzten. Aber auch dieser Versuch beweist, daß man nicht sieht, was man nicht sehen will, denn anstatt zu bemerken, daß die Kreuzung der beiden Pendel nur durch ihre ungleiche Abweichung veranlaßt sei, freute sich Herr Cox vielmehr und meinte, der Vortheil dieses Versuchs habe in der Schnelligkeit bestanden, mit welcher die Abweichung der beiden Pendel sichtbar geworden wäre.

Der redlichste Beobachter ist Herr J. Philips gewesen. Aus seinen im Phil. Mag. II, 150 mitgetheilten, in New York angestellten Beobachtungen ergibt sich eine sehr schwankende stündliche Drehung der Pendel-Ebene. Mehr Beweise für dieses Schwanken könnten uns alle Experimentatoren liefern, wenn sie unbefangen und offen gestehen wollten. So aber schützt man lieber Störungen vor, wie dazu auch schon Gerard das Beispiel gab, wenn er im Phil. Mag. II, 422 behauptete, daß die gleichmäßige Azimuthalbewegung der Schwingungsebene vornehmlich durch zwei Ursachen gestört werde: in der elliptischen Bewegung des Pendels bringe einmal die Tangentialbewegung ein Vorschreiten der Apsidenlinie, also der Schwingungsebene, dann aber der Luftwiderstand eine retrograde Bewegung hervor. — Die Ellipticität der Pendelschwingungen hat überhaupt die Beobachter viel beschäftigt. So behaupteten die Herren Wartmann, Marignac und General Dufour, bei deren Versuchen sich ebenfalls eine Verschiedenheit in der Größe der Bewegung der Schwingungsebene herausgestellt hatte, daß bei den einen Versuchen eine Ellipticität der Schwingungen und bei den andern keine beobachtet worden sei. (S. Compt. rend. vom 7. Juli 1851.) Hansen machte deßhalb darauf aufmerksam, wie nothwendig es sei, nicht nur die größte, sondern auch die kleinste Elongation des Pendels von der Lothlinie zu beobachten, um dieselben mit der Theorie vergleichen zu können. Ferner meint er, daß die Rotation der Pendelkugel einen großen Einfluß auf das Experiment habe und, wenn sie aus irgend einem Grunde negativ werde, eine Fortbewegung der Schwingungsebene von der Rechten zur Linken, also entgegengesetzt der von Foucault beobachteten Erscheinung, bewirken könne. (S. Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. Bd. V, Heft I, und Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. XCII, St. 1, S. 21 ff.) Wenn aber die Rotation der Kugel entscheidet, ob das Pendel rechts oder links

Digitized by Google

abweichen soll, dann sehe ich wieder nicht ein, wie man noch die Abweichung als ein Resultat der Erddrehung ansehen kann.

Das Trügerische des ganzen Experiments ergibt sich auch daraus, daß die Experimentatoren bereits gestehen, es erfolge die Fortschreitung der Schwingungsebene nicht in allen Azimuthen gleich schnell. Nach Morren Compt. remd. XXXIII, 62. Instit. No. 916, p. 235) ist die Abweichung der Pendelschwingungsebene vom Meridian geringer, als von der dazu senkrechten Richtung; dieselbe Beobachtung war von Marignac in Genf gemacht (Arch. des sc. ph. et nat. XVII, 196). Dufour glaubte den Grund davon in der Centrifugalkraft zu finden (Arch. des sc. ph. et nat. XII, p. 131), während Lyman (Sillim. Journ. XII, 398) versicherte, es läge ein theoretischer Grund nicht vor, und schließlich aus seinen Versuchen ableitet, daß die Bewegung jener Ebene innerhalb eines Versuchs nicht ganz gleichförmig sei, sondern im Allgemeinen etwas schneller werde, wenn der Schwingungsbogen sich vermindere. Wird dieses aber zugegeben, so müßte man doch abermals billig einräumen, daß die Bewegung der Pendelebene nicht von der Axenbewegung der Erde herrühren könne, da sie in diesem Falle sich stets gleich bleiben oder auf eine ganz andere, später zu zeigende Art verändern müßte. Noch auffallender ist die Beobachtung, welche Walker (Rep. of the brit. assoc. 1851, 2, p. 19) gemacht haben will, daß die scheinbare Bewegung der Schwingungsebene, wenn sie sich dem magnetischen Meridian nähere, schneller, wenn sie sich der dazu senkrechten Linie nähere, langsamer werde. Diese Erscheinung habe er sowohl mit einer eisernen, wie mit einer bleiernen Kugel wahrgenommen. Krönig (Fortschritte der Physik in den J. 1850 u. 51, S. 136) bemerkt dazu, es liege für dieses Schnellerwerden gar kein theoretischer Grund vor. Wohl denn! so erkenne man es, daß die Theorie falsch ist, daß sich die Natur nicht nach den von Menschen ihren Vorurtheilen gemäß ersonnenen Theorieen richtet, sondern die Menschen ihre Theorieen nach den Erscheinungen in der Natur bilden sollen. Es würde sich verlohnen, die Walkersche Beobachtung weiter zu erforschen, weil man dadurch vielleicht auf den richtigen Grund der Pendelabweichung kommen würde.

Schließlich wollen wir noch die von d'Oliveira in Rio de Janeiro beobachteten Thatsachen (Compt. rend. XXXIII, 582. Instit. No. 934, p. 377. Pogg. Ann. LXXXV, S. 455) mit-

theilen. Es sind das die folgenden: 1) Die Bewegungen des Pendels, wenn es Ellipsen in der Richtung des Meridians und in der des Parallels beschrieb, waren in ihrer Richtung stets entgegen gesetzt, so daß, wenn es in einem Falle in der durchlaufenen Ellipse sich wie der Zeiger einer Uhr bewegte, es im andern Falle der Bewegung eines solchen entgegen gesetzt die Bahn durchlief. 2) Es fanden sich zwei Ebenen, in etwa 11° 18′ (nahe der halben Breite des Beobachtungsorts) nördlichen und südlichen Azimuth, vom Parallelkreis an gerechnet, in denen das Pendel, in Schwingungen versetzt, seine Bahn durchlief, ohne daß die Schwingungsebene eine Tendenz zur Abweichung oder Drehung zeigte.

Erwägt man das Alles, bedenkt man, daß im Allgemeinen die Versuche, welche ein der Theorie widersprechendes Resultat gaben, gar nicht öffentlich bekannt wurden, weil man zu befangen ist, als daß man nicht glauben sollte, sich damit als ungeschickt oder den angewandten Apparat als untauglich darzustellen, — stellt man dann selbst Versuche mit Pendeln an und findet dabei, wie die Schwingungslinie der Pendel sich im Allgemeinen in dem Grade schneller verändert, wie das Pendel leichter oder kürzer ist, so daß also die Erde unter kleinen Pendeln schneller rotirt, als unter längern; — findet dabei, daß andre Male gar keine Abweichung erfolgt, oder auch das bereits abgewichene Pendel in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt, — so kann man unmöglich länger die Abweichung der Pendel als einen Beweis für die Axendrehung der Erde ansehen, sondern wird diesen Beweis, wie einst den sogenannten Benzenbergschen, wieder aufgeben müssen *). Aber auch dann, wenn die

*) Newton hatte 1679 behauptet, daß man Versuche über die Umdrehung der Erde anstellen könne. Wenn man von einem 300 Fuß hohen Thurme Kugeln fallen lasse, so müßten diese etwas östlich vom Lothpunkte auffallen. Da nämlich die Spitze des Thurmes weiter von der Erdaxe entfernt sei, als dessen Fuß, so sei dort der Schwung größer. Indem nun die Kugel falle, verliere sie die auf der Höhe des Thurmes ihr mitgetheilte schnellere Bewegung nicht und eile deshalb dem Lothpunkte vor, der im Fußpunkte des Thurmes sei, weil dieser, dem Centrum der Erde nähere Punkt eine geringere Geschwindigkeit nach Osten habe. Diesen von Newton gegebenen Wink verfolgte Hooke; er stellte Versuche über die Umdrehung der Erde bei 160 Fuß Fallhöhe an, und behauptete wirklich, sie seien gelungen. Da ernannte die Akademie von England am 14. Januar

Digitized by Google

Pendelbewegung mit der Theorie stimmte, würden wir sie doch nicht als einen giltigen Beweis für die Erdrotation ansehen, da dieser auf das Bestimmteste aus physikalischen und astronomischen Gründen widersprochen wird, und manche andere Ursachen, z. B. magnetische Strömungen, eine vollkommen der gebildeten Theorie entsprechende Azimuthalbewegung der Pendel-Schwingungsebene veranlassen könnten.

1680 eine Commission, vor der er seine Versuche wiederholen sollte. Wahrscheinlich fielen dieselben aber dieses Mal nicht befriedigend aus, da in den Berichten der Akademie, den Philosophical Transactions, ihrer mit keinem Worte erwähnt wird. Man schien sie vergessen zu haben und erst 112 Jahre später wagte es ein junger Geometer in Bologna, Guglielmi, diese von den Astronomen für unendlich schwierig gehaltenen Versuche wieder aufzunehmen und auf dem dortigen Thurme degli Asinelli bei einer Fallhöhe von 240 Fuß zu wiederholen. Nachdem er alle Schwierigkeiten überwunden, ließ er 16 Kugeln fallen und hing dann das Loth ein. Dieses kam, da stürmisches Wetter indessen eingetreten war, erst nach 6 Monaten zur völligen Ruhe, und nun zeigte sich, daß der Versuch nicht stimmte, indem die Kugeln nach den verschiedensten Richtungen von der lothrechten Linie abgewichen waren. Allein Guglielmi war weit entfernt, den verfehlten Erfolg dem Umstande zuzuschreiben, daß sich die Erde nicht drehe und folglich der Fallversuch ein eitler sei, sondern meinte vielmehr, der Thurm habe sich während der verflossenen 6 Monate verschoben und dadurch den Lothpunkt verrückt. Das war im Jahre 1792. Im J 1804 nahm Benzenberg den Versuch von Neuem auf und zwar mit einem solchen Aufsehen, daß derselbe seitdem unter dem Namen des Benzenbergschen Versuchs bekannt ist. Er ließ 30 Kugeln im Michaelisthurme in Hamburg von einer Höhe von 235 Fuß fallen. Die Kugeln wichen beim Falle nach allen vier Weltgegenden ab, aber Benzenberg meinte dennoch, sie wären vorzugsweise nach Osten abgewichen. Entgegengesetzte Abweichungen wurden einem Luftzuge im Thurme zugeschrieben. Daher wiederholte er seine Versuche 1805 in einem Kohlenschachte zu Schlebusch in der Grafschaft Mark, und behauptete wiederum, das Resultat sei ein günstiges gewesen, obschon die meisten Kugeln südöstlich (einige sogar westlich) abgewichen waren, und Gauß berechnete, daß die Kugeln in Folge der Bewegung der Erde weder südlich noch nördlich abweichen könnten. Allein auch Andere wiederholten die Versuche und nun ergab sich, daß die Resultate so ungewiß waren, daß sich nichts aus ihnen folgern ließ. Seitdem wurden diese Fallversuche der verdienten Vergessenheit übergeben, und nur in den populären Schriften figuriren sie noch als ein Beweis für die Rotation der Erde.

Digitized by Google

Schon in andern Werken haben wir gezeigt, wie man sich die Pendelabweichung ohne mathematischen Apparat erklären könne, wenn dieselbe von einer Bewegung der Erde herrührte, aber auch dabei bewiesen, daß die Abweichung in dem Grade der Entfernung vom Meridiane eine langsamere werden und in der dem Meridiane senkrechten Ebene aufhören müßte. Trotz allen entgegengesetzten mathematischen Formeln — denn wo eine klare Anschauung fehlt, da stellt zu rechter Zeit eine Formel sich ein — beharre ich auf meiner Erklärung, und da die Erfahrung, welche, wie wir oben sahen, von Einigen gemacht ist, daß die Azimuthalbewegung der Pendel mit der Entfernung vom Meridian gerade wächst, derselben widerspricht, so sehe ich das als einen neuen Beweis gegen die angenommene Theorie an.

Wenn wir uns um die Erdkugel irgend eine begränzte oder unbegränzte Anzahl von Kreisen denken, welche parallel mit dem Aequator ziehen, so nennen wir diese Kreise eben wegen ihres Parallelismus mit dem Aequator bekanntlich Parallelkreise. Hat nun ferner die Erde eine Gestalt, welche derjenigen einer Kugel mehr oder weniger ähnelt, so müssen diese Kreise um so kleiner werden, je näher nach den Polen man sich dieselben gezogen denkt, und wenn wir uns durch unser Zimmer zwei Parallelkreise gelegt dächten, so würde der nördlichere derselben schon etwas kleiner, wenn auch um ein Unmerkliches, angenommen werden dürfen, als der südlichere. Drehte sich nun ferner die Erde in 24 Stunden um ihre Axe, so würden jene beiden durch das Zimmer gedachten Kreise einen vollständigen Umlauf in 24 Stunden machen. Da nun beide in gleicher Zeit ihren Umlauf machten, der südlichere aber etwas größer wäre, als der nördlichere, so müßten sich auch die einzelnen Theile des südlichern mit einer größern Geschwindigkeit bewegen, als die des nördlichern. Jetzt bedürfen wir aber noch einer dritten Annahme. Es soll nämlich erwiesen sein, daß die Richtung der Schwingungen eines Pendels unabhängig von den Veränderungen (Drehungen) des Aufhängungspunktes sei, wie das Foucault meint, und wir sollen aus diesem Umstande abnehmen, daß die Schwingungsebene eines Pendels auch von der Axendrehung der Erde unberührt bleibe.

Ist das aber Alles der Fall, d. h. ist die Erde eine Kugel, dreht sie sich in 24 Stunden um ihre Axe, und wird durch diese Axendrehung die beobachtete Abweichung der Pendel als eine nur

Digitized by Google

ſcheinbare veranlaßt, ſo müßte auch dieſe Abweichung in einer andern Weiſe erfolgen, als ſie wirklich erfolgt, und man könnte dieſelbe ohne Aufwand von mathematiſchen und mechaniſchen Kenntniſſen erweiſen und begreifen.

Denken wir uns nämlich ein Pendel in der Richtung von Nord nach Süd ſchwingen, ſo fallen unter Vorausſetzung der obigen Annahmen die beiden Endpunkte der Schwingungsebene in zwei Parallelkreiſe, deren nördlicher, wie wir bereits ſagten, etwas kleiner iſt, als der ſüdliche, und daher eine etwas geringere Geſchwindigkeit während der in 24 Stunden erfolgenden Umdrehung hat. Das Pendel muß, wenn ſeine Schwingungsebene von der ungleichen Geſchwindigkeit der beiden Parallelkreiſe unberührt bleiben ſoll, um ſo viel während der erſten Schwingung nach Nordoſt abweichen, wie der von dem nördlichen Parallelkreiſe während der Schwingungszeit zurückgelegte Weg kleiner iſt, als der von dem ſüdlichen Parallelkreiſe zurückgelegte Weg. In Folge der geſchehenen Abweichung fallen nun die Enden der Pendelſchwingungsebene nicht mehr mit den beiden zuerſt angenommenen Parallelkreiſen zuſammen, ſondern mit zwei andern, welche einander näher liegen und folglich einen geringern Unterſchied der Geſchwindigkeit haben. Natürlich muß alſo die Abweichung des Pendels bei dieſer zweiten Schwingung eine geringere ſein, und ſo fort, daß folglich die Abweichung des Pendels mit regelmäßig verzögerter Geſchwindigkeit vor ſich gehen müßte, im Ganzen aber während 24 Stunden höchſtens oder noch nicht ſo viel betragen könnte, wie der Größenunterſchied der beiden Parallelkreiſe, zwiſchen denen man das Pendel zuerſt ſchwingen ließ. Und das würde eine für unſre feinſten Meßinſtrumente verſchwindende Abweichung ſein, während wir unſre Pendel oft in 24 Stunden einen ganzen Kreis durchlaufen und in ihre erſte Schwingungsebene zurückkehren ſehen, auch, wie ſich ſchon aus den vorhin erwähnten Verſuchen ergibt, bei der Abweichung vom Meridian die Schnelligkeit der Abweichung im Allgemeinen nicht ab- ſondern zunimmt. Ferner müßte, wenn das Pendel ſo weit abgewichen, daß ſeine Schwingungsebene ganz und gar mit einem Parallelkreiſe zuſammenfällt, alſo in eine rein oſt-weſtliche Richtung gekommen iſt, jede fernere Abweichung aufhören, weil die Urſachen der Abweichung nicht mehr vorhanden wären.

So und nicht anders könnte es ſein, wenn die Abweichung des Pendels von den erwähnten Annahmen abhängig wäre. Un-

Digitized by Google

klar sind dagegen die Theorieen, welche man nach Foucaults Vorgange zu begründen versucht hat. Uebrigens weiß man auch, daß alle bisherigen mathematischen Formeln nicht genügten, und Jeder, der sich für ein mathematisches Licht hält, war daher während der letzten Jahre bemüht, neue Formeln aufzustellen, neue Factoren in die Berechnung zu bringen — was aber freilich nur verlorne Mühe sein konnte.

Da das Pendel in der Regel — denn manche Pendel verweigern auch hartnäckig jede Abweichung oder kehren launenhaft in ihre erste Schwingungsebene zurück — schneller abweicht, als die Geschwindigkeits-Unterschiede der verschiedenen Parallelkreise, in welche die Enden der Schwingungen fallen, es bedingen; da es meist seine Abweichung fortsetzt, so lange es schwingt, ohne daß eine ostwestliche Richtung dieselbe aufhöbe; da ferner die Abweichung der Pendel nach ihrer verschiedenen Schwere und Länge eine verschiedene ist, namentlich bei leichtern Pendeln schneller erfolgt, wie ich denn einmal eine als Pendel benutzte Kugel von Tannenholz in zwei Stunden einen vollständigen Umlauf machen sah, da sogar der Fall nicht selten ist, daß das Pendel nach der der Theorie entgegengesetzten Richtung abweicht, wie ich selbst zwei Mal, ein Mal in Berlin und ein Mal in Quedlinburg bei von fahrenden Experimentatoren angestellten Experimenten sah; da endlich nur in unendlich seltenen Fällen und ausnahmsweise die Pendelabweichung einigermaßen mit der Foucaultschen Theorie stimmt; — so ergibt sich wohl klar genug, daß die fragliche Erscheinung nicht von einer Axendrehung der Erde herrührt, also auch kein Beweis für eine solche sein kann.

Beiläufig müssen wir hier bemerken, daß die Annahme, als blieben die Schwingungen der Pendel unberührt von den Veränderungen (Drehungen) des Aufhängungspunktes, ebenfalls nur auf einer Täuschung beruht. Um diese Annahme zu beweisen, bedient man sich verschiedener Apparate (z. B. des Geotropeskops von Henderson), die im Allgemeinen darauf hinauslaufen, daß von einem galgenförmigen Gestell eine Kugel an einem Faden herabhängt. Setzt man nun die Kugel in Pendelschwingungen, so dauern diese nach derselben Richtung fort, wenn man auch den Aufhängungspunkt im Kreise herumführt. Allein dieses Fortschwingen der Kugel nach unveränderter Richtung kommt nur daher, weil der Faden zu schwach ist, um bei seiner Drehung der Kugel eine veränderte Richtung zu geben. Wenn man eine Pendeluhr dagegen dreht, so

Digitized by Google

folgt die Ebene der Pendelschwingungen der geschehenen Drehung, und wenn auch das Pendel an einer Schnur aufgehängt ist oder die Aufhängung doch sonst erlauben würde, daß das Pendel in seiner ursprünglichen Schwingungsebene verharrte.

Dann ist es ferner, selbst angenommen, daß sich die Erde drehe, noch immer falsch, zu behaupten, daß die Schwingungsebene der Pendel unberührt dieselbe Lage im Raum behalte, da sich diese Lage schon wegen der Abhängigkeit des Aufhängungspunktes von der Umdrehung der Erde, fortwährend ändern müßte.

Und ungeachtet dieser zahllosen innern Widersprüche — die ja aber Alles in sich tragen muß, wodurch man das copernicanische System als wahr erweisen will — hält man von vielen Seiten an dem köstlichen Funde fest und versuchte sogar Variationen zu demselben zu spielen. Die Herren Baudrimont (Compt. rend. XXXII, 307. Institut Nr. 895, p. 85) und Marx (Pogg. Ann. LXXXIII, 302) meinten, der Foucaultsche Beweis müsse auch mit einem ruhenden Stabe anzustellen sein, der an einem Faden horizontal aufgehängt wäre. Es ist Schade, daß dieselben ihren Versuch nicht lieber ausgeführt haben, denn sie würden sich dann von der Fruchtlosigkeit desselben überzeugt haben. So erfand Foucault selbst noch den Gyroskop, über den aber die Ansichten der Herren Theoretiker selbst gleich von vorn herein getheilt waren; Krüger nahm als feste Ebene im Raum statt der Schwingungsebene des Pendels die Drehungsebene eines vor den Polen zweier Magnete rotirenden Elektromagneten (Pogg. Ann. LXXXIV, 151); noch Andere erfanden andere Variationen, deren Aufzählung endlos und zugleich nutzlos sein würde, bis die Reihe dieser Componisten durch Herrn Albert Sohn in Frankfurt beschlossen wurde, dessen Experiment auch im Briefkasten von Nr. 565 der Illustrirten Zeitung (vom 29. April 1854) den Zweiflern am copernicanischen System empfohlen wird, und darin besteht, daß man einen Papierstreifen auf das in einem Gefäße stehende Wasser legt. Das Gefäß soll sich dann mit der Erde drehen, das Wasser aber an der Drehung keinen Theil nehmen, was durch die veränderte Lage des Papierstreifens bemerklich werden würde. Wenn nun aber das Wasser in der Schüssel sich drehete, so müßte doch vor allen Dingen auch das Wasser in den Meeren sich drehen und in großen Meeren großartige Erscheinungen hervorbringen. So müßte z. B. der nördliche atlantische Ocean nach Sohn-Foucaultscher Theorie in 24 Stunden etwa drei-

Digitized by Google

viertel Drehung machen, und die Europamüden brauchten sich nur ruhig um 6 Uhr Morgens an der Küste von Irland auf ein Schiff zu setzen, um Nachmittags zum Kaffee in Newyork einzutreffen.

Vielleicht hat man den wahren Grund der Pendelbewegungen schon längst erkannt. Daß durch Schwingungen, also auch der Pendel, elektrische Strömungen entstehen; daß elektrische Strömungen durch die verschiedenen Pole der Magnete verschiedene Ablenkungen erhalten, ist eine längst bekannte Sache, die auch schon Pouillet (Physik §. 275 ff.) besprochen hat *). Es liegt so nahe, daß die elektrisch gewordenen Pendel von den in verschiedenen Gegenden verschiedenartigen Kräften des Erdmagnetismus in andere Schwingungsebenen gelenkt werden müssen, daß auch bereits, wie schon erwähnt wurde, die Herren Tyndall und Wartmann die Frage besprochen haben, ob nicht durch die Bewegung des Pendels magneto-elektrische Ströme inducirt werden, und ob solche Ströme einen Einfluß auf die Bewegung des Pendels ausüben können. Durch Herrn Kohn (Dinglers Journ. XXI, S. 317) ist mitgetheilt, daß er ein halbe Secunden schlagendes Pendel von etwa 9″ Länge und $^1/_8$ Pfund schwer, welcher an einer zarten, offenen Taschenuhrspirale aufgehängt nur 69 Minuten, auf einer Schneide auf Achatplatten 46 Minuten, an offener Seide 89 Minuten in Schwingungen blieb, 16 Stunden in Bewegung erhielt, indem er es mittelst eines am Aufhänge-Ende befestigten, oben fein zugespitzten Stiftes am Pole eines Magneten aufgehängt hatte.

Ueberhaupt ist es eine ausgemachte Sache, daß die große Weltkraft (Magnetismus und Elektricität) einzige Ursache aller Bewegung ist. Auch Sonne, Mond, Planeten und Fixsternhimmel werden nur durch sie um die Erde getrieben, nicht aber waltet im Weltenraume die Newtonsche Gravitation, das sinnloseste aller Hirngespinnste, das aber eben durch seine groteske Albernheit der Menschheit so sublim erschien, daß man das englische Thee- und Bratäpfelmännchen als einen Heroen anstaunte. Schon durch Fa-

*) Daß durch bloße Bewegung Elektricität und Magnetismus erregt werden, ist in neuester Zeit so oft beobachtet, daß es eine endlose Mühe sein würde, die einzelnen Beobachtungen aufzuführen. Wir erwähnen daher nur Belpieeli (Compt. rend. XXXVI, 1042 und Gazetta med ital. III, Sect. II.) als Bürgen. Vgl. Liebig und Kopp, Jahresbericht für 1853, Heft I, S. 208.

Digitized by Google

radah wurde ein interessantes Experiment bekannt, welches die Erzeugung einer Rotation durch Elektricität lehrt. Man hänge nämlich einen Magnetstab nicht horizontal, sondern vertikal auf, daß er sich in dieser Stellung ganz frei bewegen kann. Sodann bringe man einen Polardraht, ebenfalls in senkrechter Stellung in seine Nähe, jedoch so, daß er nur der einen Hälfte des Magnetstabes gegenüber steht, während die andere Hälfte desselben ganz außerhalb des Bereiches des besagten Polardrahtes ist. In demselben Augenblick nun, wo man durch den Polardraht einen elektrischen Strom gehen läßt, beginnt der Magnet in gleichförmiger Bewegung um denselben zu rotiren, ohne dabei aus seiner Lage und Stellung herauszukommen. Umgekehrt kann man einen beweglichen elektrischen Polardraht um einen festen Magneten rotiren lassen.

Dieser Versuch kann auf die mannigfachste Weise abgeändert werden. Man versehe z. B. ein Glas mit einem kupfernen Rande, gieße in dasselbe Quecksilber, bis es den Rand erreicht und dadurch mit ihm in leitende Verbindung tritt. Von dem Kupferrand leitet man einen Draht nach dem negativen Pol irgend einer Galvanisirmaschine, deren positiver Draht das Quecksilber genau in seiner Mitte berührt. In dem Quecksilber selbst geht alsdann der galvanische Strom überall von der Mitte nach dem Rande. Taucht man nun einen kleinen Magnetstab so ein, daß er mit seinem Nordende nach oben schwimmt, welches nur durch ein an seinem Südende angebrachtes Gegengewicht von Platina möglich ist, da Eisen leichter ist, als Quecksilber, so dreht sich der Magnet im Kreise um den Mittelpunkt herum und zwar nach der Richtung, nach welcher der Zeiger einer Uhr geht. Kehrt man den Strom oder den Magnet um, so ist die Richtung entgegengesetzt; kehrt man beide um, so ist sie natürlich der erstern wieder gleich. Steht der Magnet in der Mitte fest, und ist der Strom beweglich, so kreist dieser. Erhält man damit keine genügende Erklärung der Rotation der Pendelebene? Die Erde ist ein großer Magnet — ein Satz, der von Niemand mehr bezweifelt wird; das Pendel wird durch die Schwingung elektrisch; folglich muß es rotiren, und da es nicht um die ganze Erde rotiren kann, so rotirt es wenigstens um die Axe seiner Schwingungsebene. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Rotation in solchen Fällen erfolgt, hängt von der Stärke des Stroms und des Magneten, wie von der Entfernung beider von einander ab. Je stärker die beiden genannten Größen sind, und in

Digitized by Google

je geringerer Entfernung sie auf einander wirken, desto schneller geht die Rotation vor sich.

Nehmen wir nochmals auf den anerkannten Satz Rücksicht, daß die Erde ein Magnet ist, so geht auch hieraus wieder hervor, was wir schon früher durch Experimente fanden: daß nämlich die sogenannten Himmelskörper elektrischer Natur sind, weil sie sonst nicht um die Erde rotiren könnten. Versinnlicht wird uns diese Rotation der Himmelskörper um die Erde auch durch ein interessantes von Srtsczek in Prag erfundenes Experiment (s. Pogg. Ann. LXXXVIII, 493). Dem Knopf einer geladenen Leydner Flasche werden mehre auf reinem Papier liegende Goldblattstückchen von 6 — 12 Linien Länge auf 1 — $1^1/_2$ Linien Breite genähert. Es beginnt sogleich, wie bekannt, ein Hüpfen der Blättchen, aber bald wird das eine oder das andere sich gegen den Knopf der Flasche bewegen, ohne diesen noch berührt zu haben in einer gewissen, manchmal zwei Zoll betragenden Entfernung plötzlich stehen bleiben, frei in der Luft schweben und nicht selten um den Knopf der Flasche sich bewegen, auch gleichzeitig wohl ein Bestreben äußern, um die eigne Axe zu rotiren. Wie Poggendorff bemerkt, ist dieses Phänomen bereits im Jahre 1749 von Franklin am Conductor der Maschine beobachtet und auch von ihm erklärt worden. Rieß (Pogg. Ann. LXXXIX, 164) gibt dazu die folgenden, aus Franklins Schriften entlehnten Erläuterungen: „Ein Goldblattstreifen, an seinen Enden verschieden zugespitzt und mit dem stumpfern Ende dem Conductor genähert, fliegt darauf zu, bleibt aber in einiger Entfernung schweben, weil der an der stumpfen Spitze erzeugte elektrische Wind den Streifen zurücktreibt, während der an der schärfern Spitze auftretende Wind und die elektrische Anziehung ihn gegen den Conductor treiben. Eine an der Seite des Streifens befindliche Spitze muß die Axendrehung des Streifens zur Folge haben.“ So ist es denn nach dieser Analogie sogar erlaubt, eine Axendrehung einzelner Planeten zuzulassen, während eine solche, wenn es die Gravitation wäre, von der die Weltkörper in ihren Bahnen erhalten würden, sich durchaus als unmöglich ergeben müßte.

Was nun die einzelnen Himmelskörper betrifft, so scheint nur der Fixsternhimmel mit gleichmäßiger Schnelligkeit die Erde zu umkreisen und gebraucht dazu 23 Stunden 56 Minuten und 4 Secunden nach mittler Sonnenzeit. Wir sagen nach mittler

Digitized by Google

Sonnenzeit, denn die Sonne umkreiſt nicht immer mit gleicher Schnelle die Erde. Daher können die Uhren, welche gleichmäßig gehen ſollen, nicht nach der wirklichen Sonnenzeit geſtellt werden, ſondern man richtet ihren Gang nach einer eingebildeten, gleichmäßig im Aequator fortſchreitenden Sonne ein. Ein nach dieſer eingebildeten Sonne vollendeter Sonnentag iſt ein mittlerer Sonnentag, wird in 24 Stunden getheilt und weicht von dem wahren Sonnentage oft beträchtlich ab. Vier Mal jährlich, am 15. April, 15. Juni, 31. Auguſt und 24. December fällt der mittlere Mittag mit dem wahren Mittage zuſammen, aber zu andern Zeiten tritt die Sonne früher oder ſpäter, als der wirkliche Mittag iſt, in den Mittagskreis. Da aber ihre mittlere Umlaufszeit 24 Stunden beträgt, alſo faſt 4 Minuten mehr, als die der Fixſterne, ſo muß ſie hinter den Fixſternen nach Oſten zurückbleiben und ſcheint ſo einen Kreis am Himmel zu beſchreiben, den ſie in 365 Tagen 6 Stunden 9 Minuten $11^1/_4$ Secunden zurücklegt. Dieſer Kreis, den man die Ekliptik nennt, durchſchneidet den Aequator unter einem Winkel von $23^1/_2$ Grad, weil die Sonne in der einen Hälfte des Jahres bis $23^1/_2$ Grad nördlich von dem Aequator abweicht, dann aber, von dem Nord-Magnetismus der Erde geſättigt, wieder abgeſtoßen wird und in der folgenden Jahreshälfte bis $23^1/_2$ Grad ſüdlich von dem Aequator abweicht, worauf ſie von dem Südmagnetismus der Erde geſättigt wieder nach Norden zurückkehrt. Innerhalb eben dieſer Bahn, oder auch etwas weiter nach Norden und Süden abweichend (was namentlich bei dem Monde und den Planetoiden der Fall) bewegen ſich ſämmtliche Planeten und ſogenannten Monde um die Erde, indem ſie gleichfalls in der einen Hälfte ihrer Bahn nördlich rücken und in der andern Hälfte nach Süden zurückkehren. Die Planeten vollbringen ihre täglichen Umläufe um die Erde daher gleichfalls langſamer, als der Fixſternhimmel und bleiben daher hinter den Fixſternen nach Oſten zurück, was man ihre Rechtläufigkeit nennt. Bisweilen aber werden ſie durch ihren Stand gegen beſtimmte Erdörter zu einem ſchnellern Laufe angetrieben und eilen ſogar den Fixſternen nach Weſten voran, was aber nur kurze Zeit dauert und die „Rückläufigkeit“ genannt wird. Wegen ihres im Allgemeinen langſamern Laufs beſchreiben ſie gleich der Sonne außer den täglichen Bahnen um die Erde noch ihre größern oder ekliptiſchen Bahnen, die zum Theil auf ihr Vorrücken nach Norden und zur andern Hälfte auf

Digitized by Google

ihre Rückkehr nach Süden kommen. Zu diesen ekliptischen Umläufen gebrauchen:

Venus	. . . .	584 Tage,
Merkur	. . . .	115 „
Mars	. . . . .	780 „
Planetoiden	. . .	466 „
Jupiter	. . . .	398 „
Saturn	. . . .	377 „
Uranus	. . . .	369 „

Die kürzeste Zeit bedarf zu dieser ekliptischen Bahn der Mond, welcher sie in 27 Tagen zurücklegt, dafür aber zu den täglichen Umläufen der längsten Zeit bedarf, nämlich 24 Stunden 50 Minuten.

So sehen wir also, daß Sonne, Mond und Planeten in gleicher Weise und unter gleichen Verhältnissen die Erde umkreisen, ein neuer Beweis gegen das copernicanische System. So, wie wir diese Umkreisungen darstellten, und nur auf diese Weise wird ein Einklang in die Bewegungen der Himmelskörper gebracht; so und nur auf diese Weise sehen wir, daß sie gleichen Gesetzen folgen, aber auch daß die Erde der Mittelpunkt des ganzen Systems ist.

Wollten die Astronomen allgemein zu dieser Ansicht zurückkehren und statt des jetzigen heliocentrischen (die Sonne als Mittelpunkt annehmenden) Systems wieder einem geocentrischen (die Erde als Mittelpunkt annehmenden) System huldigen, so würde die ganze Astronomie dadurch vereinfacht werden, denn es ist bei allen Beobachtungen des Himmels, eben weil wir auf der Erde leben, nur ein geocentrisches Verfahren möglich. Aus den beobachteten geocentrischen Oertern müssen durch Berechnung die heliocentrischen Oerter gefunden werden. Wozu das? Wozu eine solche Verschwendung von Zeit und Mühe? Man vereinfache die Astronomie und sie wird wieder mehr Freunde gewinnen, wird wieder ein fruchtbares Feld für den menschlichen Geist werden, während sie jetzt nur ein Tummelplatz für müßige Phantasieen ist.

Erfurt — Druck von Hennings und Hopf.

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Digitized by Google